

EXPERIMENTOS DE FÍSICA MECÁNICA

1. era edición

Aldemar de Moya Camacho
María Consuegra Peña
Lorenleyn de la Hoz Alford
Sindy Henríquez Cera
Francisco Mejía Acuña
Eliceo Cortes Gómez
Oscar Martínez Castro

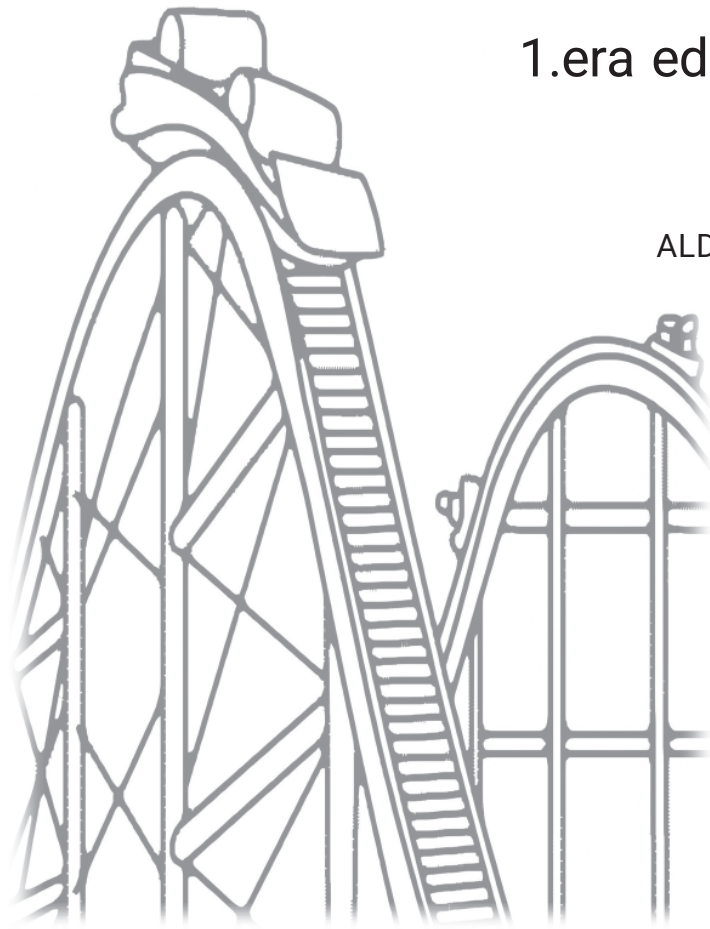
EDICIONES
UNIVERSIDAD
SIMÓN BOLÍVAR



EXPERIMENTOS

FÍSICA MECÁNICA

1.era edición



ALDEMAR JOSÉ DE MOYA CAMACHO

MARÍA CONSUEGRA PEÑA

LORENLEYN DE LA HOZ ALFORD

SINDY HENRÍQUEZ CERA

FRANCISCO MEJÍA ACUÑA

ELICEO CORTES GÓMEZ

OSCAR MARTÍNEZ CASTRO

Barranquilla, Colombia

2025

Experimentos de física mecánica / Aldemar José de Moya Camacho, [y otros 6] –
Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar, 2025.
90 páginas: 21x27cm.; figuras y tablas a blanco y negro

ISBN: 978-628-7852-03-7 (Versión impresa)
978-628-7852-05-1 (Versión digital)

1. Física- Experimentos 2. Mecánica 3. Física-Enseñanza I. De Moya Camacho, Aldemar José, Autor II. Consuegra Peña, María Angélica III. De la Hoz Alford, Lorenleyn, IV. Henríquez Cera, Sindy V. Cortes Gómez, Eliceo VI. Martínez Castro, Óscar VII. Mejía Acuña, Francisco Javier VIII. Título

CDD 531.1 E965 2025 edición 22

Universidad Simón Bolívar - Sistema de Bibliotecas

<https://doi.org/10.17081/r.book.2025.10.17025>



Impreso en Bogotá D.C., Colombia.

Depósito legal según el Decreto 460 de 1995.

El Fondo Editorial Ediciones Universidad Simón Bolívar se adhiere a la filosofía del acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de sus contenidos, bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Experimentos de física de mecánica

© Aldemar José de Moya Camacho
María Consuegra Peña
Lorenleyn de la Hoz Alford
Sindy Henríquez Cera
Francisco Mejía Acuña
Eliceo Cortes Gómez
Oscar Martínez Castro





Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Grupo de Investigación en Ciencias
Exactas, Físicas y Naturales Aplicadas

© Ediciones Universidad Simón Bolívar
Cra. 54 # 64-223, sede posgrados
Barranquilla-Cúcuta

Barranquilla, septiembre 2025

Made in Colombia

Contenido

	Pág.
 La medición, la incertidumbre y el error	
Medición	5
Tipos de mediciones	5
Incertidumbre	6
Error	7
Expresar una medida	8
 1. Análisis de resultados	
Fundamentos teóricos	9
Objetivos	17
Montaje experimental	17
Anotaciones	19
Análisis y discusión de datos	21
Conclusiones	22
Referencias bibliográficas	23
 2. Mediciones e incertidumbre	
Fundamentos teóricos	25
Objetivos	27
Montaje experimental	27
Anotaciones	28
Análisis y discusión de datos	29
Conclusiones	31
Referencias bibliográficas	32
 3. Movimiento rectilíneo	
Fundamentos teóricos	33
Objetivos	34
Montaje experimental	35

	Pág.
Anotaciones	40
Análisis y discusión de datos	42
Conclusiones	53
Referencias bibliográficas	54



4. Primera Ley de Newton

Fundamentos Teóricos	55
Objetivos	55
Montaje experimental	55
Anotaciones	56
Análisis y discusión de datos	56
Conclusiones	57
Referencias bibliográficas	58



5. Segunda Ley de Newton

Fundamentos teóricos	59
Objetivos	59
Montaje experimental	59
Anotaciones	64
Análisis y discusión de datos	65
Conclusiones	70
Referencias bibliográficas	71



6. Energía

Fundamentos teóricos	73
Objetivos	73
Montaje experimental	73
Anotaciones	75
Análisis y discusión de datos	76
Conclusiones	79
Referencias bibliográficas	80



Bibliografía	81
---------------------------	-----------

LA MEDICIÓN, LA INCERTIDUMBRE Y EL ERROR

La física es una ciencia que se fundamenta en la observación, la medición y la interpretación de fenómenos naturales; no obstante, con el desarrollo de la experimentación, los fenómenos han podido ser estudiados de forma controlada en un laboratorio. La **medición** consiste en cuantificar una o varias **magnitudes físicas** mediante la asignación de un número o valor, y con el advenimiento de la experimentación, este proceso resulta más fácil, permitiendo comparar medidas, analizar gráficamente su comportamiento y describir el fenómeno mediante una **ley** (Young & Freedman, 2013; Hewitt, 2007).

En el contexto de la formación universitaria, el estudiante debe conocer la naturaleza comprendiendo conceptos básicos mediante el desarrollo de competencias de análisis, indagación e interpretación, que se logran en este curso. En este sentido, el laboratorio de Física Mecánica se convierte en el espacio de experimentación propicio para desarrollar las habilidades de experimentación y análisis, que permite comprender la naturaleza y aplicar los conceptos a la vida profesional.

Medición

La medición implica generalmente la presencia de dos componentes esenciales: la **magnitud** (el valor numérico que se otorga al utilizar un instrumento de medición) y la **unidad de medida** (que indica la referencia o estándar que permite asignar el valor numérico a la medición). Un ejemplo de medición es la medida de una longitud que, al tener una magnitud y unidad, se puede expresar con un número (magnitud) y su correspondiente unidad en metros m —unidad de medida— (Serway & Jewett, 2008).

Tipos de mediciones

Las mediciones pueden ser de dos tipos:

- **Mediciones directas:** se realizan utilizando un instrumento que proporciona el valor de la magnitud y la unidad de medida correspondiente. Ejemplos: la longitud, el tiempo.

- **Mediciones indirectas:** consiste en calcular una magnitud física mediante una ecuación que utiliza los resultados de mediciones directas o indirectas previas. Ejemplos de este tipo de mediciones: la velocidad, aceleración, volumen.

Los resultados de una medición, sean directos o indirectos, sobre un mismo objeto o magnitud física, pueden variar recurrentemente debido a la presencia de diversos factores controlables o no controlables que los alteran. En este contexto, es importante conocer aquellas fuentes que están presentes en la naturaleza y que producen estos efectos, como son:

- Instrumentación: escala y calibración.
- Ambientales: temperatura, humedad, etc.
- Operacionalización: lectura, método, etc.

Las variaciones en los valores de las medidas pueden ser calculados mediante la utilización del concepto de incertidumbre.

Incetidumbre

La incertidumbre es un valor o número que determina el promedio de las diferencias o distancias entre los valores obtenidos en las mediciones de una propiedad física. Se considera a la incertidumbre como la estimación cuantitativa de la imprecisión o variabilidad que puede alcanzar un conjunto de medidas. En este sentido, la **precisión** es un concepto que indica la capacidad de obtener resultados consistentes o cercanos entre sí cuando se realizan repetidas mediciones en las mismas condiciones, es decir una buena precisión se logra cuando la incertidumbre es numéricamente pequeña, o viceversa.

Los factores sistemáticos y/o aleatorios contribuyen al valor de la incertidumbre, lo cual incide en la confiabilidad y la comparabilidad de los resultados de las mediciones (Baird, 1991). Para conocer la incertidumbre en un conjunto de medidas, se utilizan distintas formas de desviación:

- **Desviación media Δx :** Cuando contamos con solo dos datos de medición, se recurre a este método:

$$\Delta x = \frac{x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}}{2}$$

Donde $x_{m\acute{a}x}$ y $x_{m\acute{i}n}$, representan los valores máximo y mínimo respectivamente.

- **Desviación promedio $\overline{\Delta x}$:** Si contamos con un conjunto de medidas, pero el número total de mediciones no es superior a 10, se recurre a la desviación promedio:

$$\overline{\Delta x} = \frac{\sum |\bar{x} - x_i|}{N}$$

Donde \bar{x} es el promedio de las medidas, y x_i es la medida i -esima.

- **Desviación estándar δ :** Es una medida estadística que indica cuánto varían los valores de un conjunto de datos con respecto a su media o promedio. Se utiliza cuando el conjunto de medidas realizadas contiene un número total superior a 10.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Con estos valores de las desviaciones, conocemos el tamaño de la incertidumbre en comparación con el promedio de la medida obtenida. Esta medida se conoce como **incertidumbre relativa** y se calcula como se indica a continuación:

$$\Delta\% = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\%$$

Donde Δx puede reemplazarse por las respectivas desviaciones $\overline{\Delta x}$ o δ .

Error

El concepto de **error** es muy importante en la ciencia y la ingeniería. Este concepto cuantifica la diferencia entre el valor que se obtienen en una medición y el valor real que se debería obtener. Ahora bien la aparición del error en la medición está asociado a dos conjuntos de fuentes:

- **Errores sistemáticos:** este tipo de errores estn relacionados a situaciones que se reproducen o se repiten periódicamente, son de fácil detección y corrección, y pueden surgir debido a problemas en el equipo, procedimientos incorrectos de medición o a calibración incorrecta del instrumento.
- **Errores aleatorios:** este tipo de errores estn relacionados a eventos totalmente impredecibles que pueden deberse a variaciones intrínsecas en el proceso de medición o a condiciones ambientales cambiantes,

Asociado al error se encuentra el concepto de **exactitud**, que hace referencia a que «una medida es o no exacta» dependiendo de si es cercana o no al valor real que se debió obtener.

Una forma de cuantificar el error y determinar el grado de exactitud del resultado de medición, es mediante los siguientes conceptos:

- **Error absoluto** [ϵ_A]: Es la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero de una magnitud. Se expresa en la misma unidad que la magnitud medida, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\epsilon_A = |\bar{x} - x_r|$$

Donde \bar{x} representa el valor promedio o promedio de las mediciones realizadas a la misma magnitud o propiedad. Mientras que x_r representa el valor real o el valor estandarizado de una propiedad conocida.

- **Error porcentual**: Representa el tamaño del error absoluto en comparación con el tamaño de la magnitud medida. Este se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\epsilon_{\%} = \frac{\epsilon_A}{V_{prom}} \times 100\%$$

El error porcentual se expresa en términos porcentuales (%), facilitando la interpretación de tamaño relativo.

Expresar una medida

Los cálculos de incertidumbre y error absoluto permiten expresar una medición como un intervalo alrededor del valor promedio, indicando un conjunto de valores donde es más probable que se encuentre el valor real. En este sentido, un resultado de medida se expresa literalmente como:

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

Donde Δx puede reemplazarse por las respectivas desviaciones $\overline{\Delta x}$ o δ . Una forma habitual de expresar un resultado de medida es el siguiente:

$$x = \bar{x} \pm \Delta\%$$

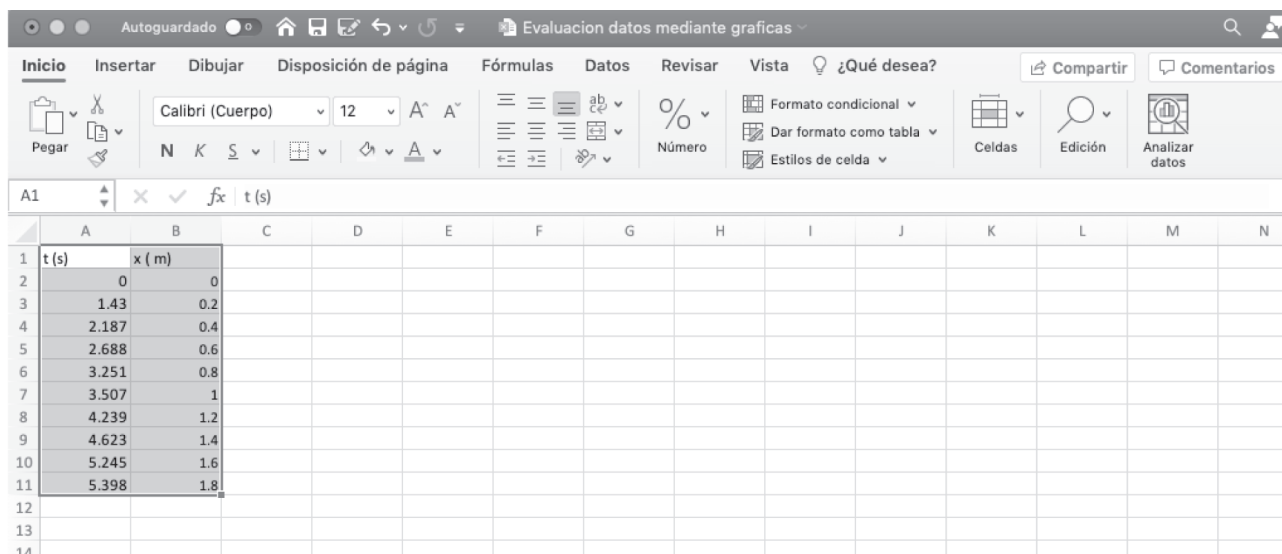
Donde $\Delta\%$ puede reemplazarse por $\epsilon_{\%}$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Fundamentos teóricos

El experimento es una fuente importante de información científica, siendo de mucha ayuda para describir una propiedad física y la forma como esta cambia cuando otra también cambia. Un ejemplo de esto se observa en un objeto en movimiento, donde es necesario medir las posiciones que ocupa y el tiempo, y con estos datos, estudiar su comportamiento y los efectos sobre otras propiedades físicas.

Para estudiar el fenómeno y llegar a las Conclusiones adecuadas, es necesario hacer un análisis objetivo de los datos obtenidos. Para esto aplicamos técnicas de tabulación, gráfica y parametrización, contenidos en algoritmos o *software* estadísticos como *MS Excel*. Esta metodología es explicada a continuación (Microsoft Inc., 2025).



The screenshot shows the MS Excel interface with a table of experimental data. The table has two columns: 't (s)' and 'x (m)'. The data points are as follows:

t (s)	x (m)
0	0
1.43	0.2
2.187	0.4
2.688	0.6
3.251	0.8
3.507	1
4.239	1.2
4.623	1.4
5.245	1.6
5.398	1.8

Figura 1. Hoja de MS Excel con una tabla de medidas experimentales. Los datos consisten en posiciones que cambian a medida que cambia el tiempo t .

Para visualizar en una gráfica los datos obtenidos previamente y luego analizar su comportamiento, se realizan en MS Excel los siguientes pasos:

1. Selecciona las dos columnas que contienen los datos a Gráficar. *Ms Excel* reconoce la primera columna como los datos que se colocan en el eje x, y la segunda columna, como los datos que se colocan en el eje y, en la gráfica.
2. En el menú **Insertar**, selecciona el botón gráfico en **dispersión**, y luego la opción **punto**.

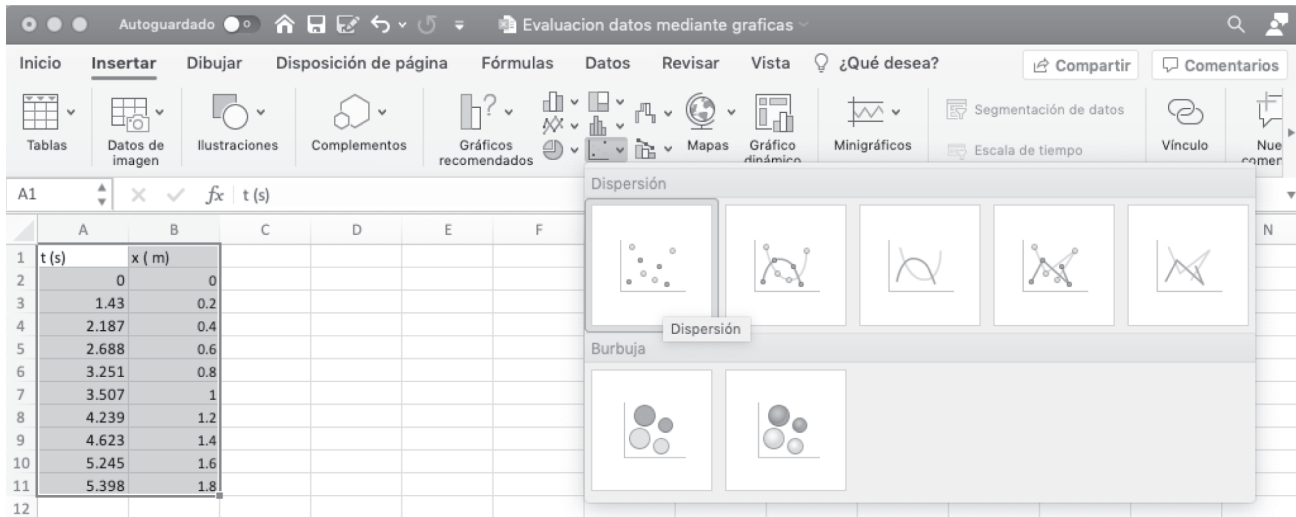


Figura 2. Menú Insertar y opción Dispersión (Microsoft Inc., 2025).

3. Con la gráfica insertada, selecciona la gráfica; aparecerá el menú **Diseño de gráfico**. Luego selecciona la opción **Agregar elemento de gráfico**; se desplegará un menú con múltiples opciones, entre las cuales se encuentra la opción **Título de los ejes**, que permite insertar las etiquetas a cada uno de ellos.

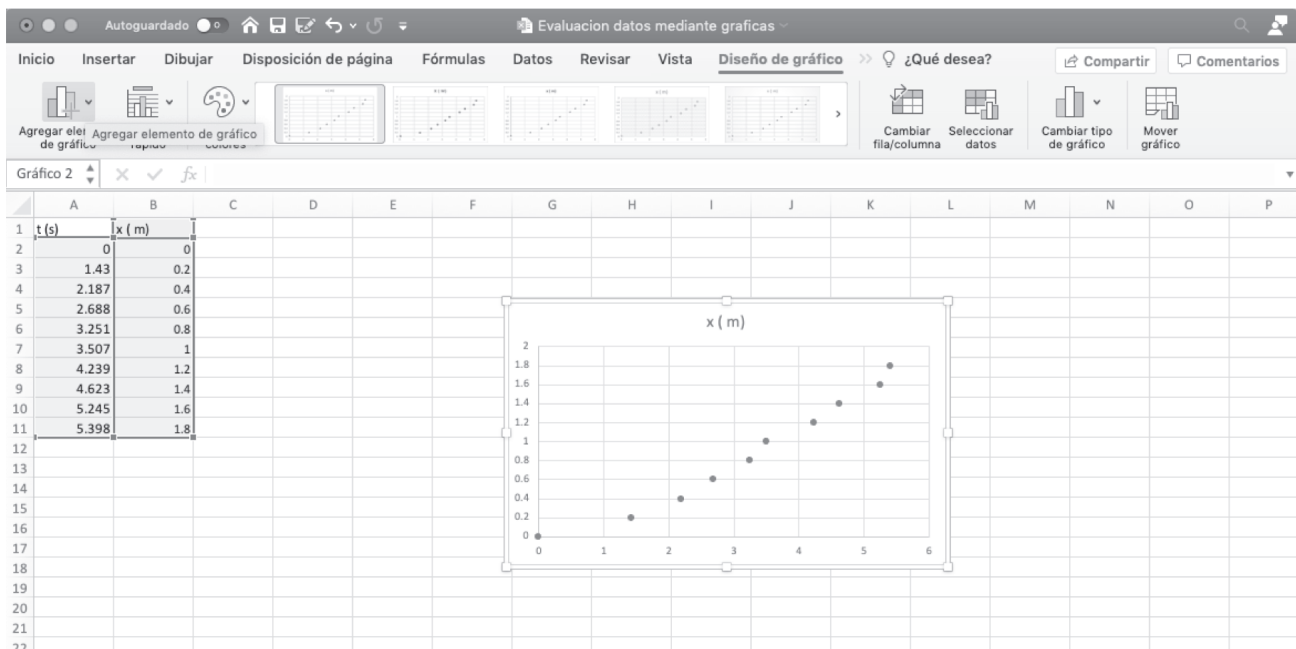


Figura 3. Gráfica en una hoja de Excel (Microsoft Inc., 2025).

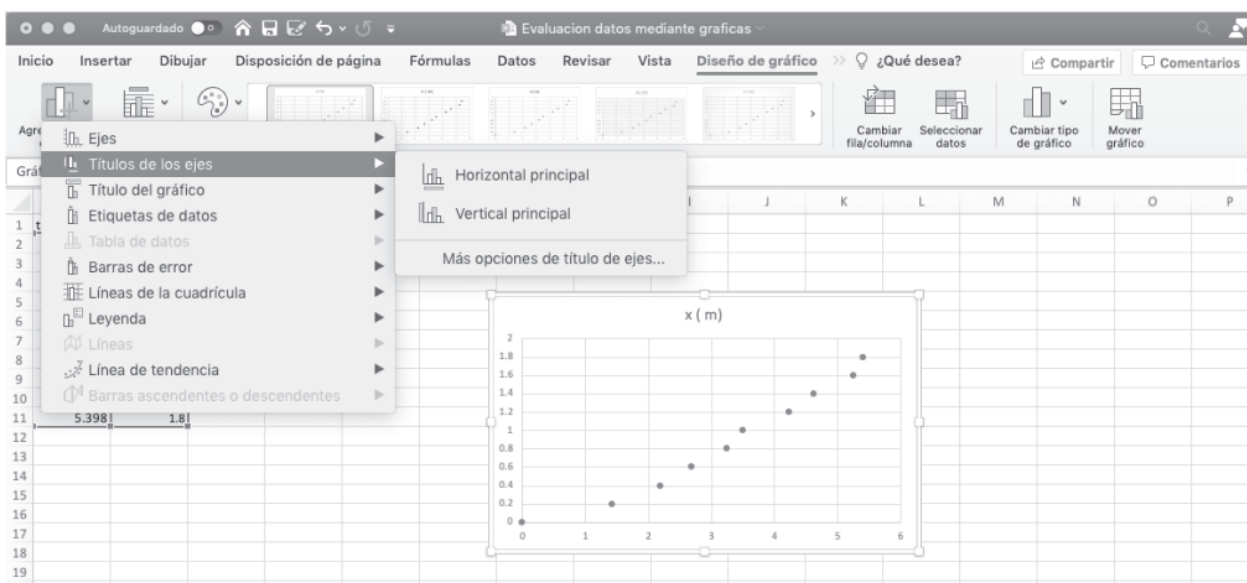


Figura 4. Edición de una gráfica en Ms Excel (Microsoft Inc., 2025).

Son muy importantes las opciones que entrega el botón **Agregar elemento de gráfico**, dado que permiten personalizar la gráfica, y convertirla en una figura adecuada para un informe de laboratorio o trabajo.

4. Siguiendo los pasos del punto anterior, y manteniendo previamente seleccionado el gráfico, seleccionamos del menú la opción **Línea de tendencia**. Esta opción contiene los tipos de gráficas que se ajusta a los puntos del experimento que se está Gráficando. Para realizar una prueba inicial, escogemos la opción **Lineal**.

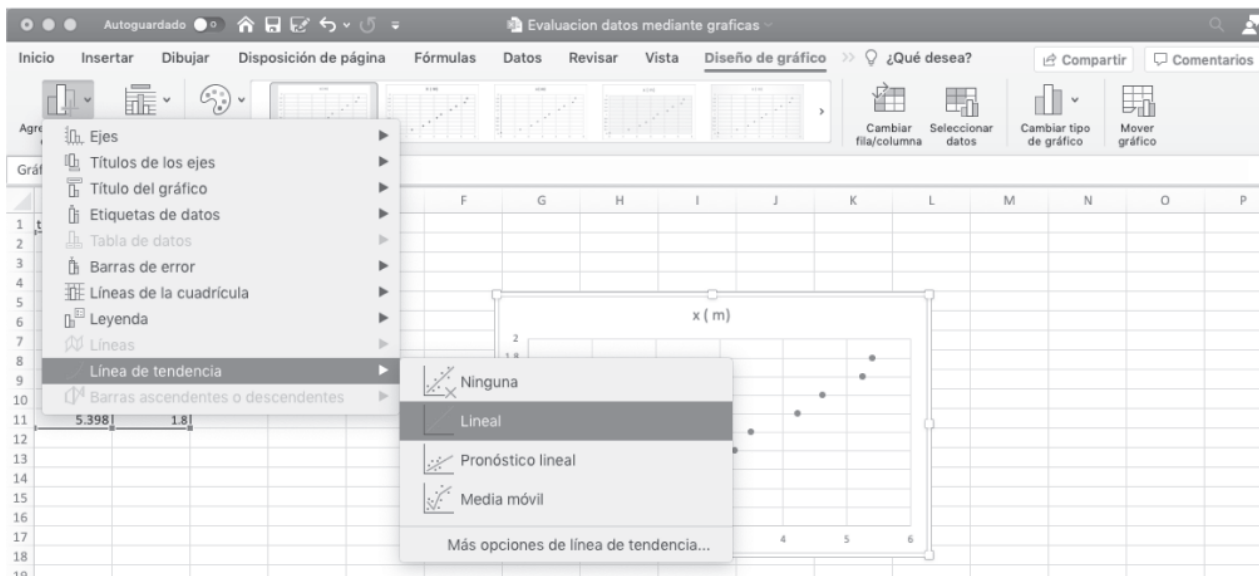


Figura 5. Ajuste utilizando la línea de tendencia mediante Ms Excel (Microsoft Inc., 2025).

5. Es muy común que la tendencia lineal no se ajuste a la forma de gráfico que reproduce los puntos. Para solucionar esta discrepancia, se necesita seleccionar una línea de tendencia que se ajuste mejor al conjunto de puntos graficados. Para esto, seleccionamos con doble clic, la opción línea punteada; luego se despliega un menú vertical a la derecha de la ventana, y escogemos una de las opciones de línea propuestas; como ejemplo para este caso, escogemos la opción **polinómica** de **grado 2**, además de la opción **Presentar ecuación en el gráfico**, que se encuentran abajo.

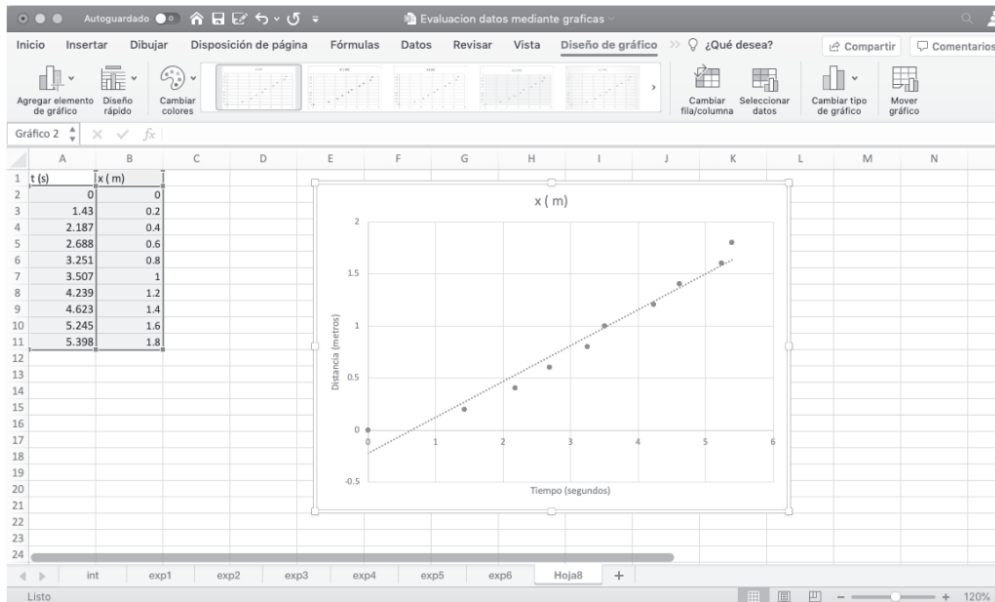


Figura 6. Prueba de la línea de tendencia lineal con Ms Excel (Microsoft Inc., 2025).

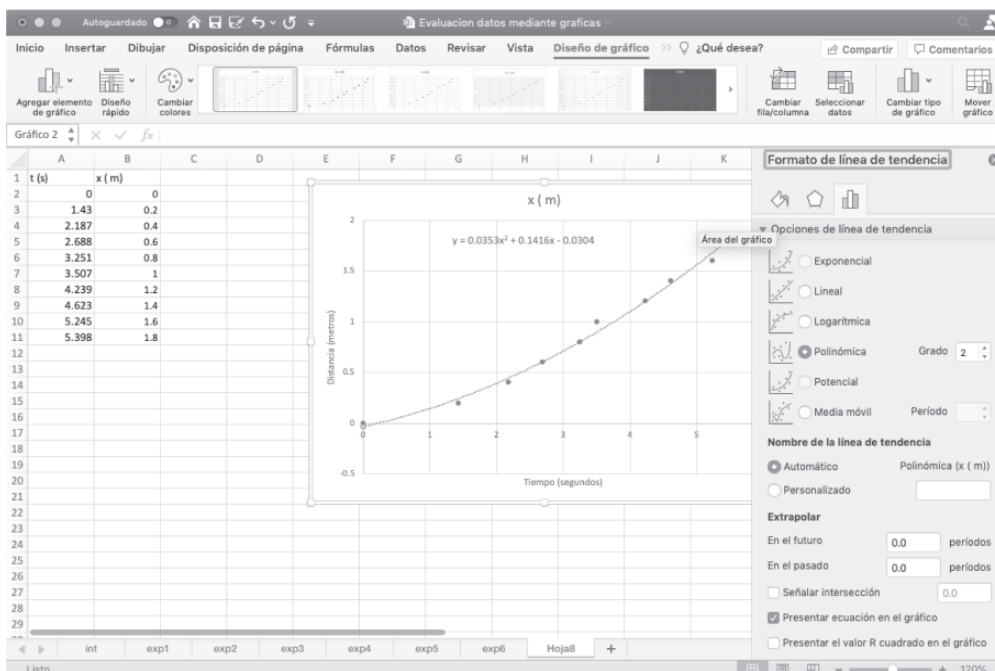


Figura 7. Ajuste cuadrático por la línea de tendencia y visualización de ecuación de ajuste, utilizando Ms Excel (Microsoft Inc., 2025).

6. De acuerdo con los datos utilizados en este ejemplo provenientes de un experimento de movimiento rectilíneo acelerado, la línea de tendencia escogida coincide con los puntos y describe el fenómeno, pero, además, la ecuación cuadrática que produjo Excel es acorde con la teoría. De este modo, podemos comparar el resultado experimental con la ecuación teórica correspondiente:

$$y = -0.0304 + 0.1416x + 0.0353x^2$$

$$x = x_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2$$

Dado que Excel entrega una ecuación $y = f(x)$, pero el movimiento rectilíneo es descrito por una ecuación con $x = (t)$, basta solo hacer la analogía de estas variables y sus constantes. La analogía entre las dos ecuaciones indica los siguientes valores:

$$x_0 = -0.0304 ; v_0 = 0.1416 \text{ y } \frac{1}{2}a = 0.0353.$$

El Capstone es otro software para el análisis de datos obtenidos en el laboratorio de Física. Esta consiste en una interfaz gráfica de trabajo que contiene herramientas, menús, pantallas y controles, que son de utilidad para conectar y controlar los dispositivos de experimentación, además de tabular, visualizar, y analizar distintas magnitudes (Pasco Scientific, 2025).

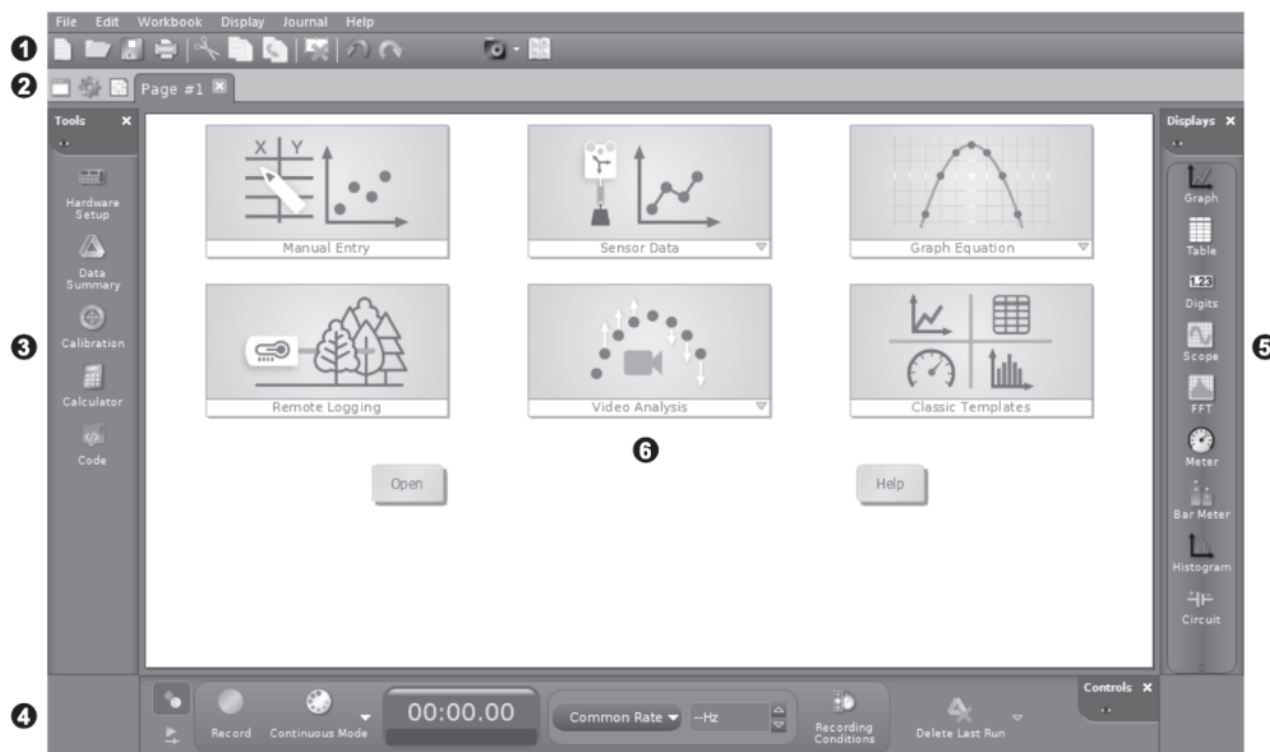


Figura 8. Software Capstone con los menús y herramientas que permiten su implementación en el laboratorio (Pasco Scientific, 2025).

La ventana de Capstone contiene las siguientes partes:

1. **Menú y barra de herramientas:** está constituida por botones con funciones de *abrir archivos, guardar, importar y exportar datos, y deshacer*, además de funciones específicas como *mostrar y ocultar registros, y captura de pantalla*.
2. **Herramientas de control de páginas:** está conformada por botones para *añadir páginas, cambiar las propiedades de la página y escoger las páginas abiertas*. En la pestaña de cada página, el usuario puede hacer doble clic para *cambiar el nombre de la página* o hacer clic en **X** para eliminarla.
3. **Paleta de herramientas (derecha vertical):** en esta paleta se visualizan los botones que permiten agregar y configurar las interfaces y los sensores, editar propiedades de datos, calibrar sensores, definir cálculos, definir parámetros de ajuste de curva e introducir códigos de programación.
4. **Paleta horizontal inferior de controles:** esta paleta contiene los controles para el inicio y detención de la recopilación de datos de sensores conectados, el modo de recopilación de los datos, la velocidad de muestreo, eliminación y ejecuciones de datos, definición de condiciones de inicio y parada y reproducir de vídeos sincronizados.
5. **Paleta de visualización (vertical derecha):** esta paleta contiene opciones para escoger el formato de visualización y el análisis de los datos. Para seleccionar cada opción, basta hacer doble clic en la pantalla o arrastrar la opción de la paleta a la *página del libro de trabajo*.
6. **Página del libro de trabajo:** en esta zona del programa, se visualizan los datos según los formatos escogidos en la *paleta vertical derecha de visualización*, además de aplicar opciones para el análisis.

Para tabular y visualizar datos (figura 9), se selecciona el botón *Anotación Manual* dentro de la zona *página del libro de trabajo*. Esta opción entrega al usuario un área de trabajo que consiste en una tabla donde se tabula los datos de las medidas realizadas en un experimento; a la derecha de la zona de trabajo, se despliega una gráfica con su plano cartesiano $x - y$, donde se visualizan los datos tabulados. Los títulos de la tabla, de las columnas y de los ejes de la gráfica, pueden ser modificados, además de los nombres y las unidades.

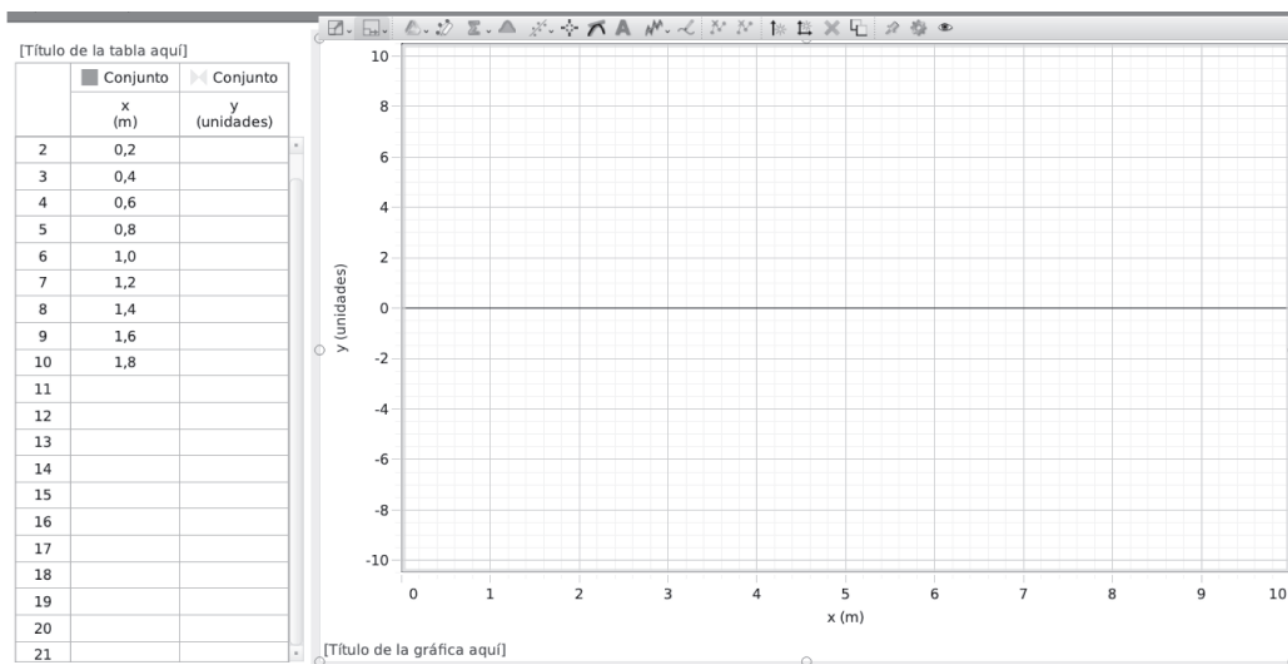


Figura 9. Página con la opción Anotación Manual desplegada (Pasco Scientific, 2025).



Al desplazar el ratón sobre la gráfica se despliega un menú con distintas herramientas para la parametrización de la información visualizada (figura 10).





Figura 10. Menú de configuración de gráficos, aparece en la parte superior de una gráfica (Pasco Scientific, 2025).

Las funciones del menú de configuración de gráficos de la figura 10, son explicadas a continuación:




1. Escalado del gráfico

-  **Ajuste automático de escala:** permite que todos los datos sean visibles en el gráfico.
-  **Ajustes de las escalas:** ajusta la escala de los ejes y el área de trazado al tiempo que se registran los datos. Tiene varias opciones.



2. Seleccionar ejecuciones y puntos de datos


-  **Selector de datos:** cambia la visibilidad individual de los datos sin ser eliminados.
-  **Resaltador de datos:** permite resaltar los datos que sean seleccionados.


3. Analizar múltiples puntos de datos

-  **Estadísticas:** Calcula o indica los valores mínimos, máximos, la media y la desviación estándar de un rango de datos. Estos resultados estadísticos son visualizados en el gráfico o en un formato tabular.
-  **Herramienta de área:** encuentra el área debajo de una curva.
-  **Herramienta de ajuste de curva:** Ajusta la curva a una ecuación conocida, determinando las constantes.



4. Analizar un solo punto de datos

-  **Herramienta de coordenadas:** añade herramientas de coordenadas.
-  **Herramienta de pendiente:** encuentra la pendiente de una línea tangente a una curva en un punto determinado.
- **Herramienta de anotación:** etiqueta con una nota un punto en el gráfico.





5.  **Suavización:** suaviza los datos ruidosos o que no se ajustan a un modelo de ecuación.

6.  **Herramienta de predicción:** antes de recopilar datos, permite dibujar sobre los datos Gráficos una predicción subjetiva de los resultados.




7. Editar la recopilación de datos

-  **Excluir datos:** con esta opción, se pueden excluir los puntos de datos por analizar, aunque no los elimina permanentemente.
-  **Eliminar datos:** esta opción se pueden suprimir permanentemente datos de un experimento sin tener que eliminarlos todos. Luego de resaltar los datos que desean eliminar, haga clic en la herramienta.

8. Mostrar múltiples mediciones

-  **Añadir el eje y:** visualiza múltiples medidas en la misma gráfica, agregando ejes adicionales a un gráfico de líneas.
-  **Añadir área de parcela:** muestra una medición en un nuevo gráfico de líneas independiente al gráfico anterior.
-  **Eliminar:** suprime un eje o un área de trazado de una pantalla gráfica. Para esto, se debe dar clic en el eje o el área de trazado; a continuación, se escoge el botón Eliminar.
-  **Reorganizar:** reorganiza los ejes o trazar las áreas en la visualización del gráfico.

9. Herramientas de visualización

-  **Barra de herramientas de pin:** haga clic cuando se pretenda evitar que la barra de herramientas se oculte automáticamente.
-  **Propiedades:** haga clic para acceder a las propiedades de la pantalla.
-  **Mostrar u ocultar herramientas:** haga clic para mostrar u ocultar herramientas específicas de la barra de herramientas.

Objetivos

- Analizar el comportamiento de un fenómeno físico mediante la utilización del paquete Microsoft Excel y el *software* Capstone, a partir de datos experimentales obtenidos previamente.

Montaje experimental

Una serie de experimentos fueron realizados previamente en el laboratorio. Los datos medidos se organizan en las correspondientes tabla 1, la tabla 2 y tabla 3.

La tabla 1 corresponde a las medidas del tiempo que tarda una esfera que cae una altura $y(cm)$; a medida que cambia la altura, el tiempo de caída también cambia. En el caso de la tabla 2, se verificó la Ley de Ohm, mediante una fuente de electricidad que suministraba una corriente / cuando cambia el potencial eléctrico (voltaje) V . Por último, la tabla 3 organiza la información del tiempo de una oscilación (T) cuando cambia la longitud de la cuerda de un péndulo (L).

Tabla 1. Datos experimentales de tiempo y altura, obtenidos de un experimento de movimiento rectilíneo uniforme acelerado.

t (s)	y (m)
2	3.2
4	16.7
6	44.2
8	88.2
10	150.7
12	233.5
14	337.9
16	464.5
18	618.0

Tabla 2. Datos experimentales de corriente y tiempo obtenidos de un experimento eléctrico donde cambia el potencial (V) en función con la corriente (I)

I (A)	V (V)
0	0
0.10	1.0
0.15	1.5
0.20	2.0
0.25	2.5
0.30	3.0
0.35	3.5
0.40	4.0
0.45	4.5

Tabla 3. Datos experimentales de un experimento de péndulo simple donde cambia el periodo en función de la longitud del hilo del péndulo

L (m)	T(s)
0.1	0.63
0.2	0.90
0.3	1.10
0.4	1.27
0.5	1.42
0.6	1.55
0.7	1.68
0.8	1.80
0.9	1.90

Utilizando los datos suministrados, realiza los siguientes pasos.

1. Utiliza Excel para Gráficar los datos de cada tabla. Se recomienda que la gráfica se elabore utilizando el formato de *gráficas de dispersión* y opción de *puntos*, explicado anteriormente.
2. Investiga, paralelamente al procedimiento anterior, ¿cuál es la ecuación teórica que explica el experimento de cada tabla?
3. De acuerdo con la forma de la curva obtenida en el paso 1, y la ecuación de cada experimento que fue definida en el paso 2, realiza en Excel un ajuste de *línea de tendencia*, escogiendo la tendencia que se ajuste tanto a los puntos de la gráfica como a la ecuación teórica.
4. En caso de que la opción escogida en el paso anterior no tenga la forma de los puntos Gráficados, entonces, señala la *línea de tendencia* que apareció en el gráfico y escoge entre las opciones; *lineal*, *polinómica*, *inversa*, etc. Ahora, la línea de ajuste que se muestra en la gráfica debe coincidir en gran medida con la gráfica que forma los puntos Gráficados originalmente.
5. Señalando la línea de tendencia del gráfico, escoge la opción presentar la ecuación en el gráfico. Esto suministra la ecuación con sus constantes.
6. Coloca a cada gráfico, los títulos, títulos de ejes, tamaño de letras y número, y demás aspectos que lo hagan lo más presentable posible.
7. Repite estos procedimientos en el programa Capstone de Pasco.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 1: Análisis de Resultados

Informe

1

Integrante	Fecha: Día / Mes / Año
1	
2	
3	
4	
5	

Anotaciones

Coloca en cada recuadro la gráfica obtenida de los datos de cada tabla, suministrados anteriormente (en Ms Excel y Capstone).

Gráfico de tabla 1

Gráfico de la tabla 2



Gráfico de la tabla 3



MEDICIONES E INCERTIDUMBRE

Fundamentos teóricos

Los instrumentos para medir longitudes son los más populares en la vida diaria. Estos instrumentos se emplean en la medición de espesores, diámetros, alturas, etc. Tres tipos de estos instrumentos son la *regla métrica*, el *calibrador digital* y el *micrómetro*.

La regla métrica es un medidor rígido que contiene una escala en centímetros y divisiones de escala en milímetros como se muestra en la figura.

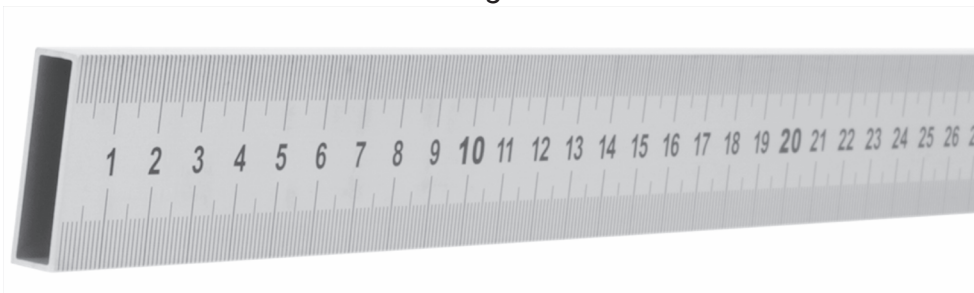


Figura 11. Imagen de una regla métrica, con sus divisiones de escala (imagen de Pasco inc.)

El *calibrador digital*, es un instrumento de medición de longitud que está provisto de una regla en escalas de centímetros, milímetros o pulgadas y un *nonio* deslizante que contiene una pantalla digital para la visualización de la medida.

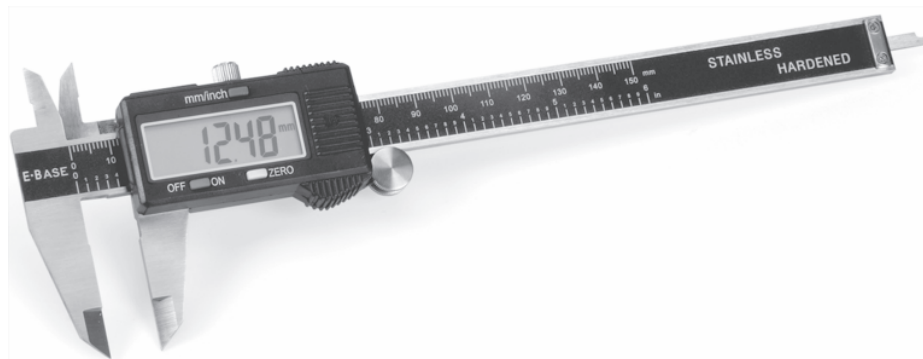


Figura 12. Imagen de un calibrador, con sus partes (imagen de PASCO, 2025)

Un tercer instrumento de gran importancia es el *micrómetro* (figura 13), y se utiliza para medir longitudes pequeñas. Este dispone de un tambor rotatorio que contiene una escala, cuya lectura complementa la lectura suministrada por un tambor interior estático. El procedimiento para medir con este instrumento consiste en colocar la pieza u objeto a medir entre los extremos del tornillo móvil; al girar el tambor, el tornillo móvil sujeta el objeto a medir.

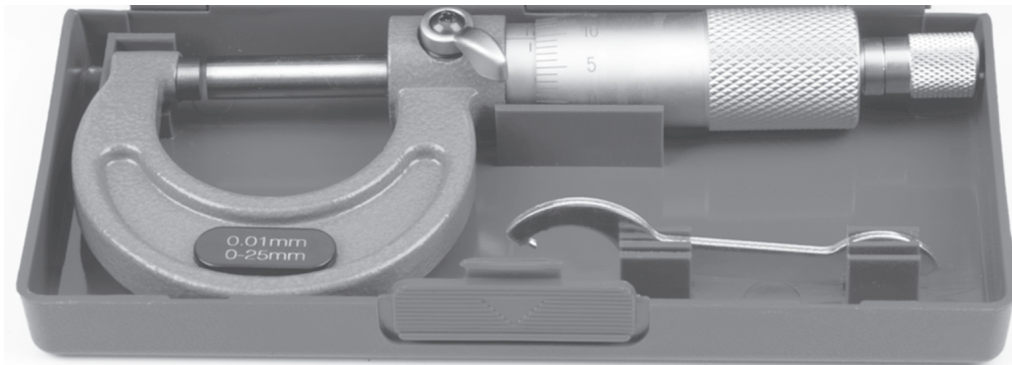


Figura 13. Imagen de un micrómetro, con sus componentes (imagen de PASCO, 2025)

Para obtener el valor de una longitud, se realizan repeticiones sobre la misma, controlando condiciones de temperatura, humedad y demás. Este procedimiento matemático fue explicado anteriormente.

Para medir masas, se utiliza una *balanza digital*, que consta de un plato metálico donde se deposita el objeto a medir, y una pantalla digital visualizadora. Este instrumento debe ser *tarado* (ajuste de cero), antes de funcionar.



Figura 14. Imagen de un balanza digital, con los botones de función (imagen de PASCO, 2025)

Objetivos

- Comprender los conceptos de medición, unidades de medida e incertidumbre, mediante la implementación de un conjunto de metodologías soportadas teóricamente.

Montaje experimental

Se realizarán medidas directas de longitud y masa, sobre objetos de distintas características y materiales. Con estas medidas, se calcularán propiedades como volumen y densidad para cada uno de ellos. La densidad se medirá mediante una medida indirecta.

Ahora utilizando 3 objetos de formas rectangular, cilíndrica y redonda, ejecuta los siguientes pasos:

1. Para medir con una *regla métrica*, se ubica el cero (0) de la escala con el extremo del objeto. El valor de la longitud se obtiene al identificar el valor de la escala que coincide con el otro extremo del objeto. Repite 5 veces este procedimiento para medir el ancho y el alto. Anota cada medida en la respectiva tabla.
2. Las medidas con el *calibrador digital* se realizan ubicando la longitud del objeto en medio de las muelas de este. En caso de medidas de longitud externa, se utilizan las muelas inferiores, si las medidas son de longitud interior, se utilizan las muelas superiores. Repite 5 veces este procedimiento para medir el ancho y el radio. Anota cada medida en la respectiva tabla.
3. Las medidas con el *micrómetro* se realizan ubicando la longitud del objeto en medio del tornillo móvil. El tambor es girado hasta que el tornillo sujete el objeto. La medida de longitud se obtiene de la suma entre las medidas del tambor interno y el externo. Repite 5 veces este procedimiento para medir el radio. Anota cada medida en la respectiva tabla.
4. Mediremos la masa de cada objeto, depositando este sobre el plato metálico de la báscula y repitiendo 5 veces el procedimiento. La báscula debe ser tarada antes de cada medición. Anota cada medida en la respectiva tabla y para cada objeto.
5. Investiga y conoce las ecuaciones que calculan el volumen de cada sólido de acuerdo con su forma geométrica. Calcula con estas ecuaciones el volumen de cada objeto.
6. Calcula la densidad del material que compone cada objeto.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 2: Mediciones y Errores

Informe

2

Integrante

Fecha: Día / Mes / Año

1

2

3

4

5

Anotaciones

Tabla 4. Medidas de longitudes y masa para los objetos 1, 2 y 3.

h_1	m_1	h_2	r_2	m_2	r_3	m_3
$\bar{h}_1 =$	$\bar{m}_1 =$	$\bar{h}_2 =$	$\bar{r}_2 =$	$\bar{m}_2 =$	$\bar{r}_3 =$	$\bar{m}_3 =$
$\overline{\Delta h}_1 =$	$\overline{\Delta m}_1 =$	$\overline{\Delta h}_2 =$	$\overline{\Delta r}_2 =$	$\overline{\Delta m}_2 =$	$\overline{\Delta r}_3 =$	$\overline{\Delta m}_3 =$
$\Delta\% =$	$\Delta\% =$	$\Delta\% =$	$\Delta\% =$	$\Delta\% =$	$\Delta\% =$	$\Delta\% =$
$V_1 =$	$V_2 =$		$V_3 =$			
$\rho_1 =$	$\rho_2 =$		$\rho_3 =$			

Donde h_1, m_1 son las medidas del primer objeto, h_2, r_2, m_2 son las medidas del segundo objeto, y r_3, m_3 son las medidas del tercer objeto.

MOVIMIENTO RECTILÍNEO

Fundamentos teóricos

Un cuerpo se encuentra en movimiento cuando experimenta cambios en su **posición**. El estudio de este movimiento se realiza mediante la utilización imaginaria de un marco de referencia inercial o plano cartesiano ubicado en un punto de referencia del experimento, además de magnitudes físicas como el **desplazamiento** ($\Delta\vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i$), que mide el cambio de posición, o la **velocidad media** ($\vec{v} = \frac{\Delta\vec{x}}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$), que describe el movimiento con relación al tiempo empleado (Serway & Jewett, 2008).

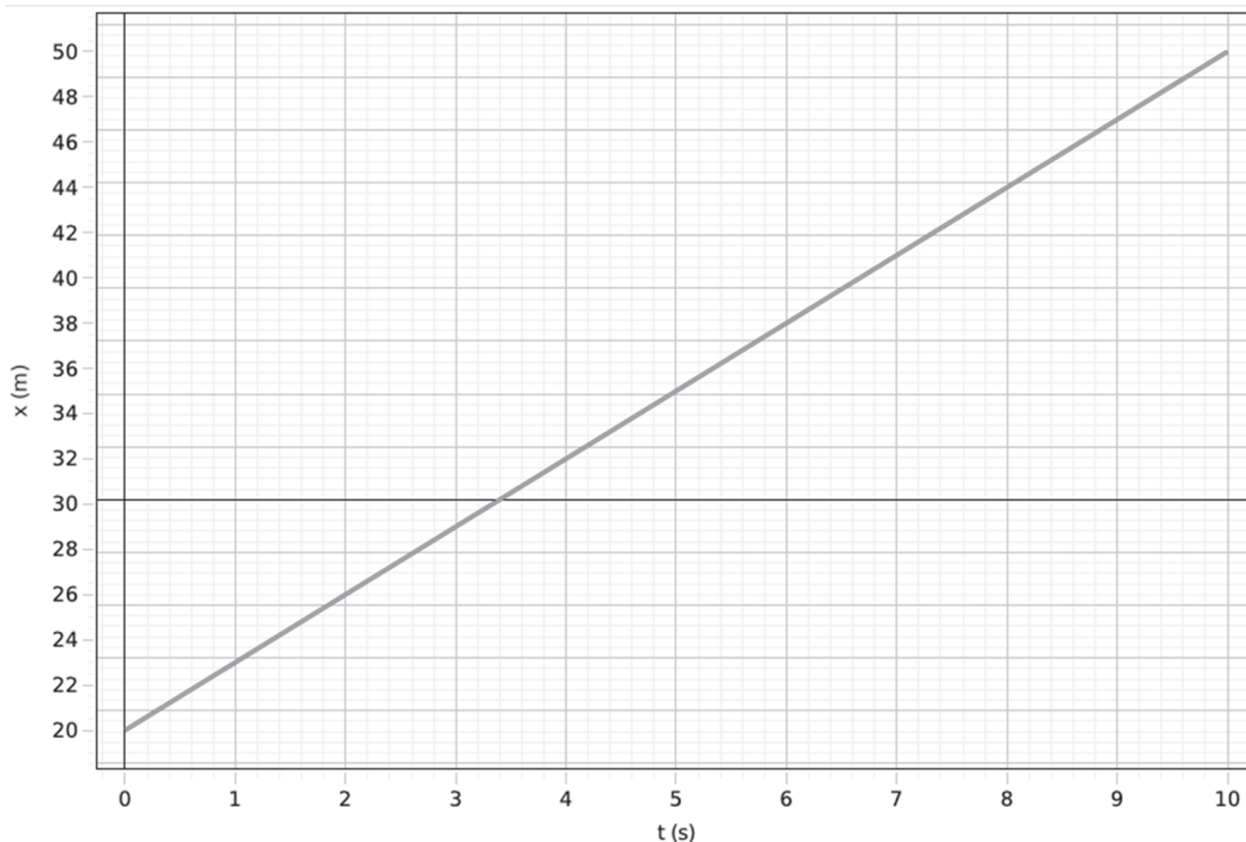


Figura 15. Gráfica de posición versus tiempo que describe el cambio en la posición de una partícula en un movimiento rectilíneo uniforme MRU (Pasco Scientific, 2025)

Cuando una partícula describe una serie de desplazamientos que son iguales en momentos distintos, el valor de la velocidad media permanece constante, denominándose este fenómeno como un **movimiento rectilíneo uniforme**. En cambio, cuando una partícula se mueve, y su velocidad cambia o es distinta en distintos momentos, el fenómeno se denomina un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**. (figura 16)

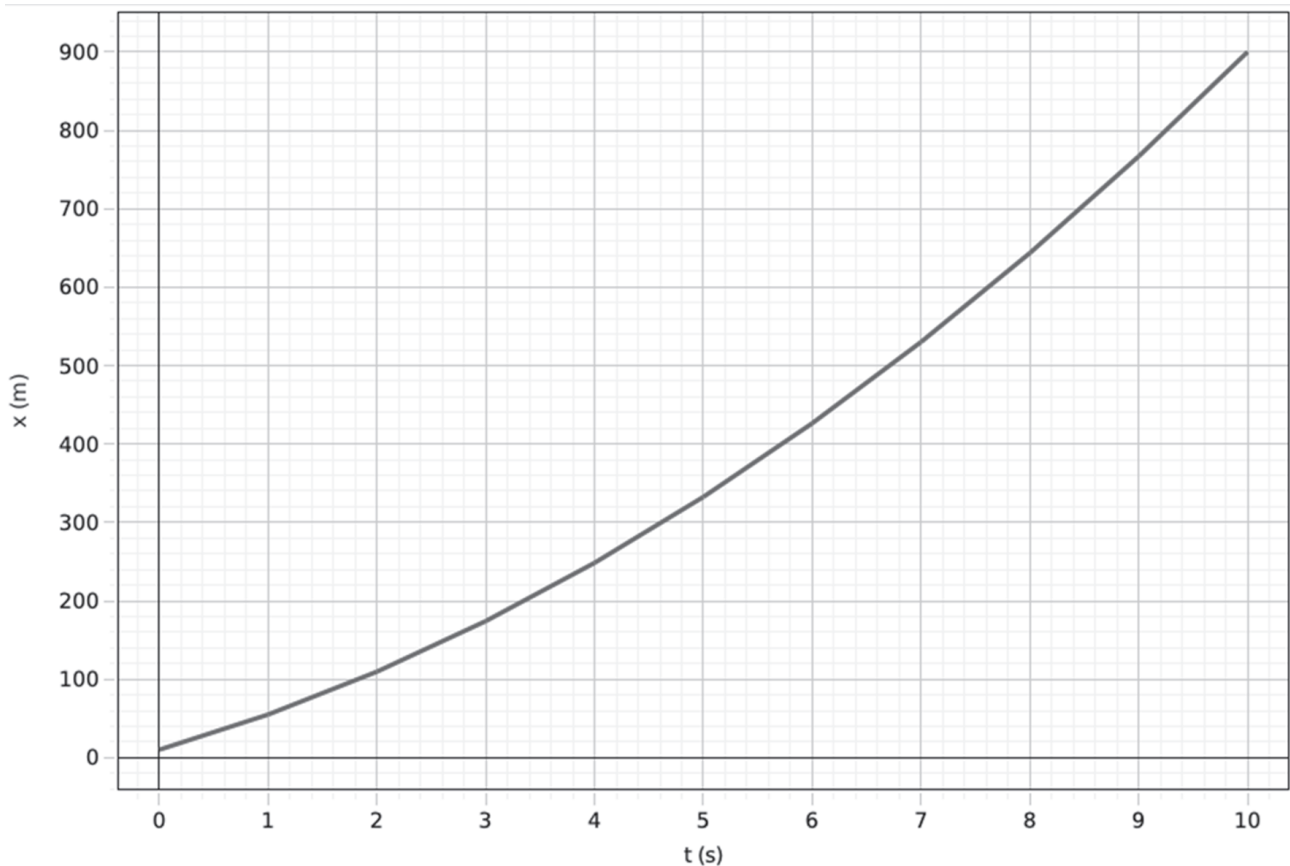


Figura 16. Gráfica de posición versus tiempo que describe el cambio en la posición de una partícula en un movimiento rectilíneo uniforme acelerado MRUA (PASCO, 2025).

Algunas magnitudes como la velocidad instantánea ($\vec{v} = \frac{dx}{dt}$), la aceleración media ($\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$) y la aceleración instantánea ($\vec{a} = \frac{dv}{dt}$) son de gran utilidad para analizar estos fenómenos.

Objetivos

- Estudiar la relación experimental entre las gráficas de posición-tiempo, velocidad-tiempo y aceleración-tiempo para determinar el movimiento que describe un objeto, en condiciones de velocidad constante o variable, y aceleraciones constantes tanto positiva como negativa.

Montaje experimental

Este experimento utilizará el **sistema estándar de rieles metálicos para carros inteligentes (ME-5718A)**, que consiste en varias herramientas de experimentación que permiten reproducir el movimiento de un objeto en distintas condiciones.

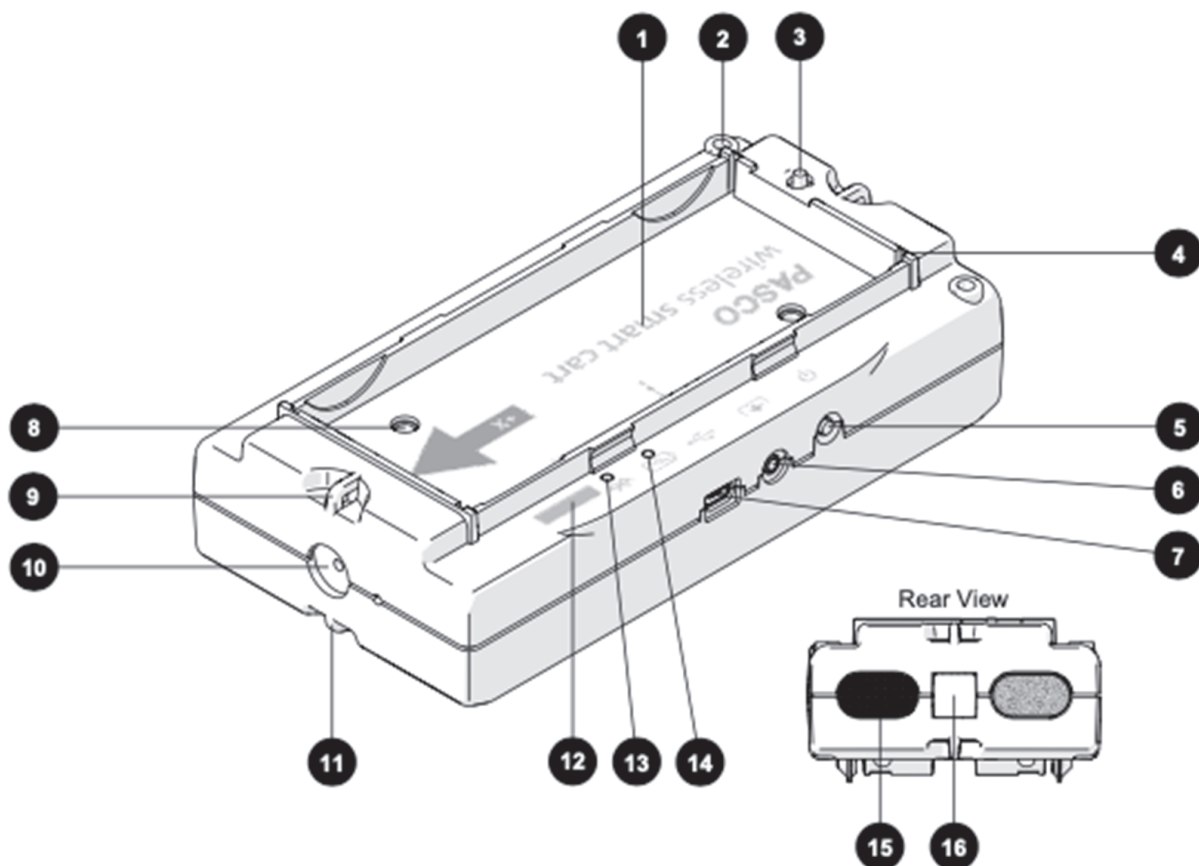


Figura 17. Carro inteligente rojo ME-1240 o azul ME-1241, que incluye sensores integrados para medir la posición, la velocidad, y la aceleración (Imagen de Pasco Scientific, 2025)

Utilizaremos el **carrito inteligente rojo ME-1240** o **azul ME-1241**, que incluye sensores integrados para medir la posición, la velocidad, y la aceleración, además de accesorios y partes, como los siguientes:

1. Bandeja para accesorios: utilizada para colocar objetos de utilidad como masas extras y otras.
2. Orificio para accesorios: permite la instalación y sujeción de algunos dispositivos.
3. Liberador del émbolo: con oprimirlo, libera el émbolo que se encuentra en la parte frontal.

4. Ranura para sujeción de accesorios adicionales.
5. Botón de encendido: presiona por un segundo para encender o apagar el carro.
6. Puerto para accesorios: permite conectar accesorios que requieren conexión.
7. Puerto micro USB.
8. Rosca (M5): permite la sujeción de accesorios que utilizan tornillo de sujeción
9. Punto superior de amarre: permite el amarre por cuerda o por resorte.
10. Sensor de fuerza: su utilización se realiza mediante la instalación de un gancho, tope de goma o magnético.
11. Punto inferior de amarre: permite el amarre por cuerda, otro carro o sensor.
12. ID del carro: es un código que identifica individualmente cada carro para su enlace vía bluetooth.
13. LED de estado de bluetooth: luz de aviso; rojo, indica desconectado al pc; verde, indica conectado al pc.
14. LED de estado de batería: Rojo, indica descargado; verde, indica cargado; amarillo, indica que se encuentra conectado en proceso de carga.
15. Velcro ®: permite la adherencia durante una colisión.
16. Émbolo: aplica una fuerza para acelerar el carro.

Se empleará un **riel de aluminio (ME-9493)** para controlar el movimiento del carro, utilizar una cinta métrica, e instalar un **stop o parachoques (ME-8971)** para evitar que el carro se salga del carril en los inicios y finales del movimiento; unos **pies de apoyo o bases (ME-8972)** que soportan y nivelan el carril; un **indicador de ángulo (ME-9495A)** para medir la inclinación del carril y su correspondiente nivelación manual, y la **abrazadera para sujeción a soporte universal (ME9836)**, utilizada para fijar el riel a un **soporte universal**.

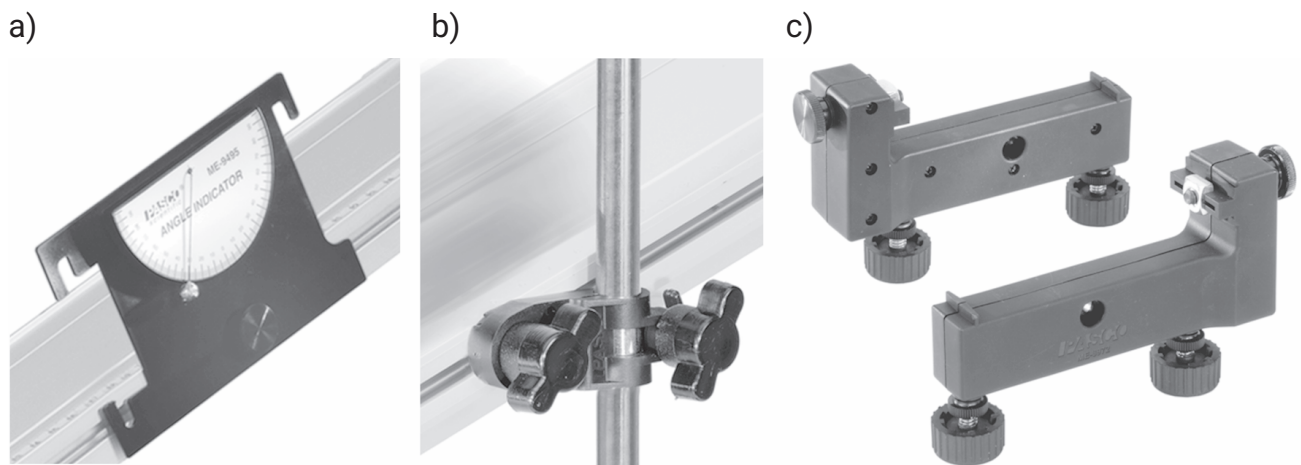


Figura 18. Accesorios. indicador de ángulo (ME-9495A), abrazadera para sujeción a soporte universal (ME9836), pies de apoyo o bases ME-8972 (imagen de Pasco inc.)

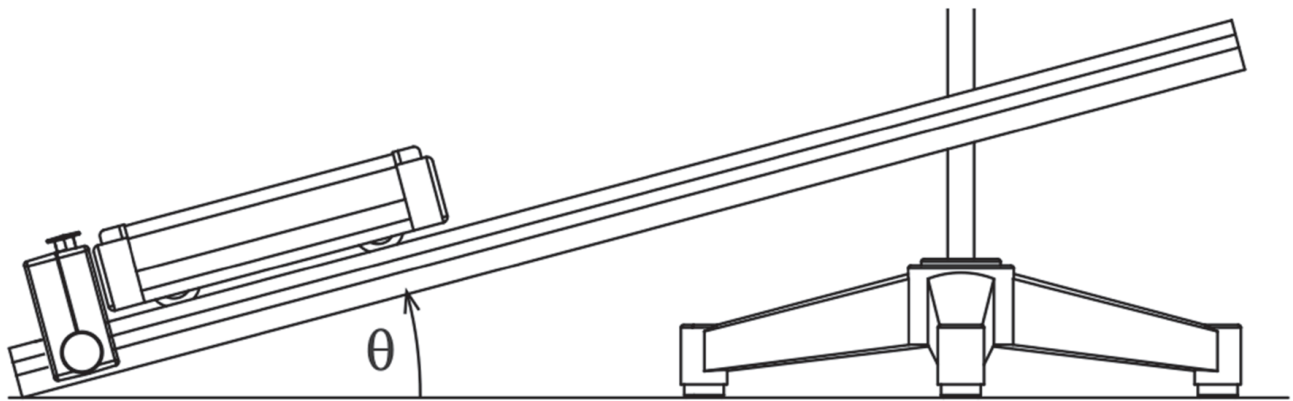


Figura 19. Montaje de riel de aluminio y el carro (Imagen de Pasco inc.)

La conexión entre el carro inteligente rojo ME-1240 o azul ME-1241 y una computadora se hace mediante bluetooth, y realizando los siguientes pasos:

1. Enciende el **carro inteligente** y verifica que el LED de estado de bluetooth parpadee en rojo.
2. Abre **Capstone** y selecciona Configuración de Hardware en la paleta de **Herramientas**.

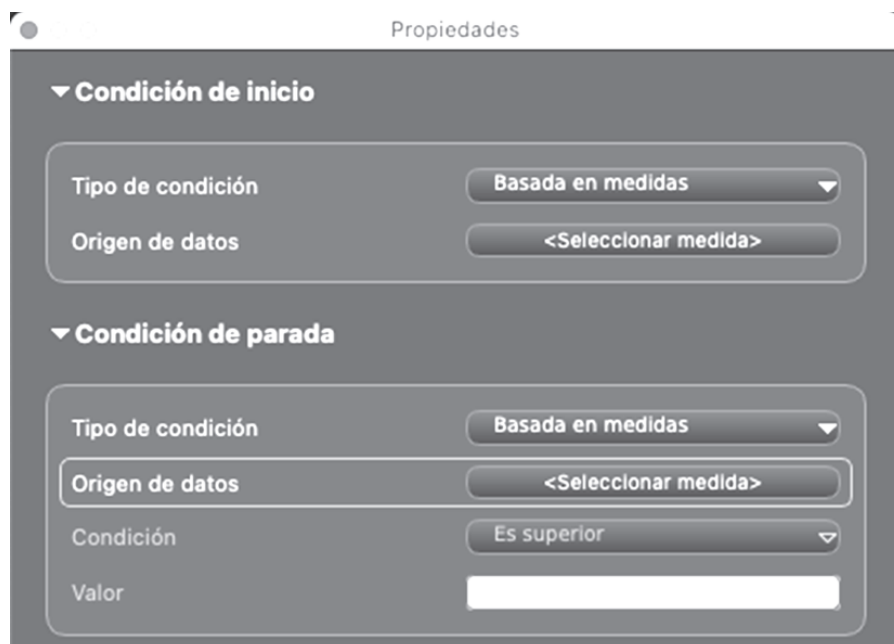


3. En la lista de dispositivos inalámbricos disponibles, elige el dispositivo que coincida con el **ID** impreso en tu carro inteligente.

Este experimento consta de 3 partes, que se explicarán a continuación.

Parte 1: Movimiento rectilíneo uniforme

1. Coloca el riel de aluminio en la mesa, soportado sobre los pies de apoyo o base (ME-8972). Asegúrate de que el riel de aluminio esté nivelado horizontalmente, lo cual significa que la inclinación, medida en el indicador de ángulos (**ME-9495A**), debe indicar 0° . En caso de no estar a esta inclinación, gira los tornillos de los pies de apoyo hasta alcanzar la nivelación horizontal
2. Ubica el carro inteligente rojo ME-1240 o azul ME-1241, sobre el riel de aluminio, asegurándote de que, al soltarlo luego de estar en reposo, este no inicie movimiento. En caso de que el carro inteligente inicie movimiento libremente, ajusta nuevamente la inclinación del riel, garantizando que el carro no tienda a moverse.
3. Conecta el sensor al sistema de adquisición de datos Capstone y crea una página de visualización con una tabla y una gráfica de posición versus tiempo.
4. Introduce el émbolo **16** en el carro. Ubica el carro junto al stop o parachoques (ME-8971), de tal forma que el émbolo mire hacia este último.
5. Con el carro inteligente conectado al Capstone, configura las **condiciones de registro** (barra inferior del Capstone). Configura las condiciones de inicio y de parada, **basado en medidas** de distancia, colocando la distancia mínima x_i para el inicio automático de medidas y máxima de parada x_f , para la finalización automática de las medidas.



6. Haz clic en el botón Registrar en el Capstone. Oprime el liberador de émbolo³. (PASCO, 2025)

Parte 2: Movimiento rectilíneo uniforme acelerado.

1. Fija el riel de aluminio a un soporte universal mediante la **abrazadera para sujeción a soporte universal (ME9836)**. Ajusta la inclinación del riel de tal manera que se encuentre entre 5° y 10° .
2. Coloca el carro inteligente rojo ME-1240 o azul ME-1241 sobre el riel de aluminio y junto al stop o parachoques (ME-8971) de la parte superior de la inclinación, asegurándote de que, al soltarlo, este se mueva sin ningún obstáculo. Además, percátate de que el émbolo se encuentre introducido y que no interviene en esta parte del experimento.
3. Crea una nueva página de visualización de Capstone con una tabla y una gráfica de posición versus tiempo. Configura o verifica las **condiciones de registro**.
4. Haz clic en el botón Registrar en el Capstone. Suelta el carro.

Parte 3: Movimiento rectilíneo uniforme desacelerado

1. Con el riel de aluminio ya inclinado coloca el carro inteligente rojo ME-1240 o azul ME-1241 sobre el riel de aluminio y junto al stop o parachoques (ME-8971) de la parte inferior. Además, percátate de que el émbolo se encuentre introducido y mirando al stop o parachoques (ME-8971).
2. Crea una nueva página de visualización de Capstone con una tabla y una gráfica de posición versus tiempo. Configura o verifica las **condiciones de registro**.
3. Haz clic en el botón Registrar en el Capstone. Oprime el liberador de émbolo³.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 3: Movimiento Rectilíneo

Informe
3

Integrante	Fecha: Día / Mes / Año
1	
2	
3	
4	
5	

Anotaciones

Parte 1. Movimiento rectilíneo uniforme

Anota los valores de posición en la tabla. Emplea las funciones de gráfico del Capstone para calcular los desplazamientos que ha realizado el carro (a partir de $t = 0$ s).

Tabla 5. Desplazamientos para cada posición y tiempo transcurrido

Tiempo (s)	Distancia (m)	Desplazamientos (m)
0		-

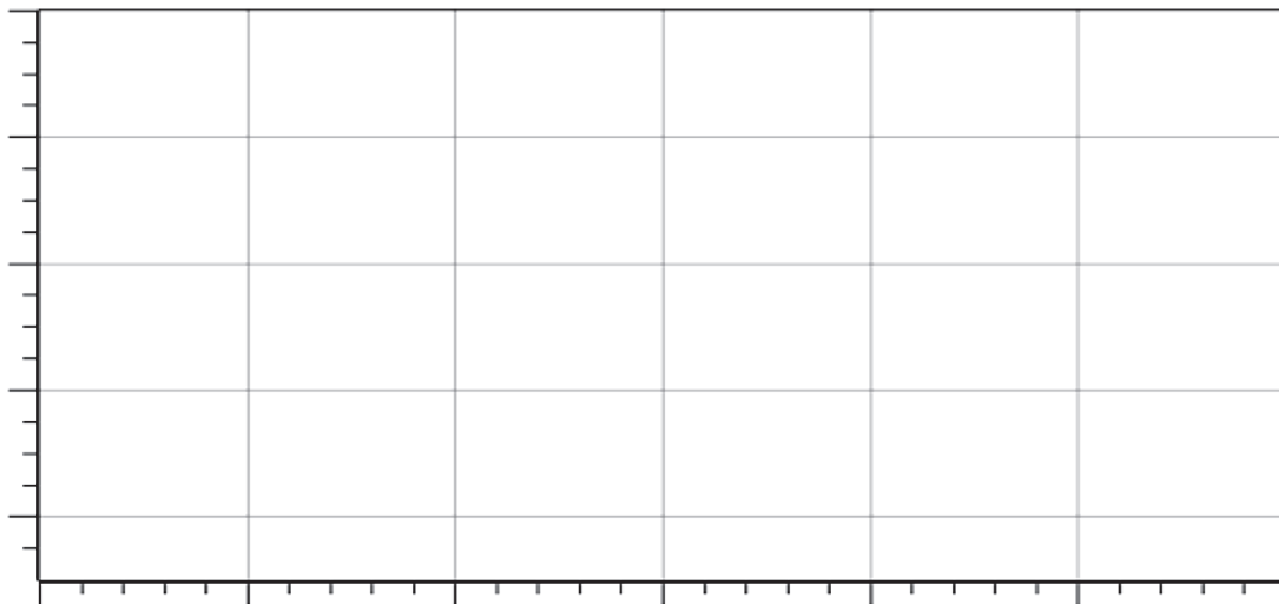
Parte 2. Movimiento rectilíneo uniforme acelerado

Anota los valores de posición en la tabla. Emplea las funciones de gráfico del Capstone para calcular los desplazamientos que ha realizado el carro (a partir de $t = 0$ s).

Análisis y discusión de datos

Parte 1. Movimiento rectilíneo uniforme

Esboza una réplica del gráfico de posición x en función del tiempo t de la parte 1 (movimiento rectilíneo uniforme). En el bosquejo, identifica claramente el eje que representa la posición y cuál representa el tiempo.



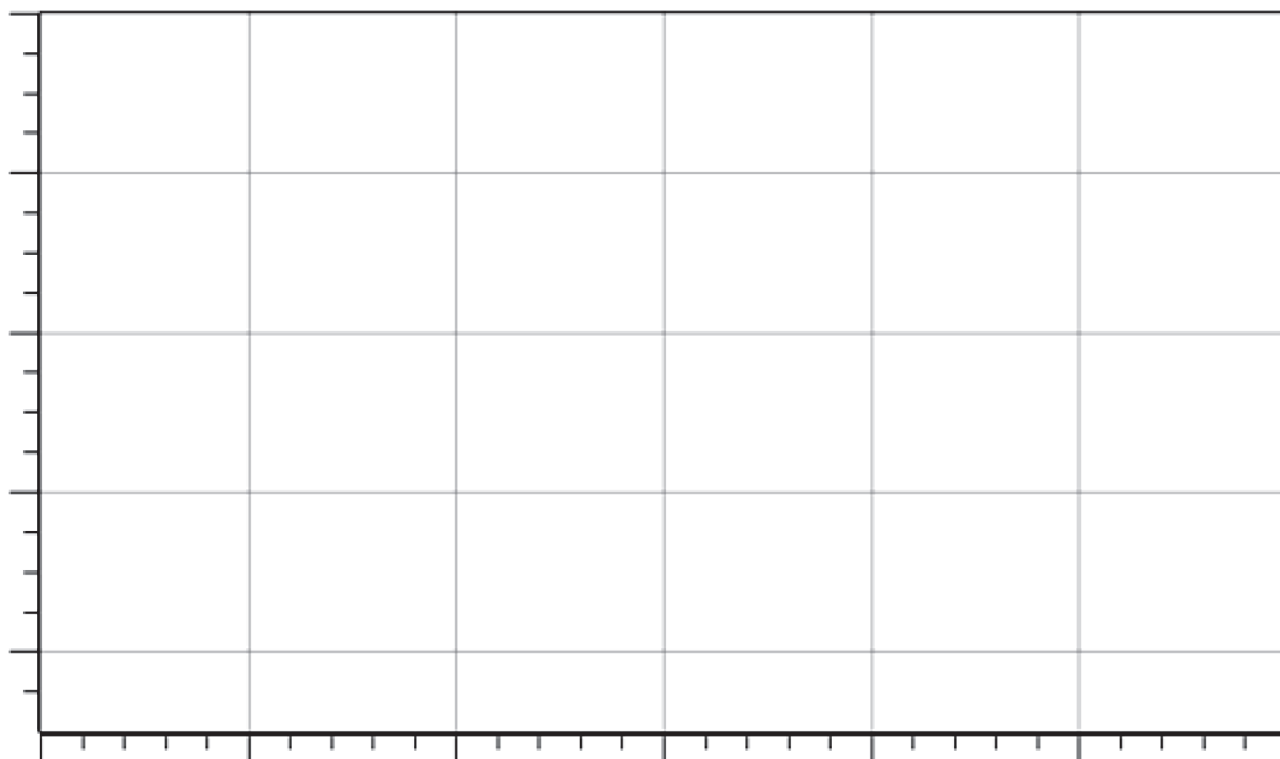
Utiliza la información de la tabla 5 (movimiento rectilíneo uniforme) y las herramientas de Capstone para calcular la rapidez y la velocidad media del carro durante los intervalos de tiempo escogidos. Registra los resultados en la tabla.

Emplea la herramienta de coordenadas y de pendiente del gráfico del Capstone para determinar los desplazamientos y las pendientes del gráfico posición-tiempo en los momentos que se definen en la tabla 9. Anota los valores de pendiente como velocidad instantánea en la tabla 9.

Tabla 9. Distancia, desplazamientos y velocidad instantánea para el movimiento rectilíneo uniforme acelerado.

Tiempo (s)	Distancia (m)	Desplazamientos (m)	Velocidad instantánea (m/s)	Velocidad Media (m/s)
0		-		-

Esboza un gráfico de velocidad instantánea v en función del tiempo t de la información de la tabla 9 (movimiento rectilíneo uniforme acelerado). Identifica claramente el eje que representa la velocidad y el tiempo.

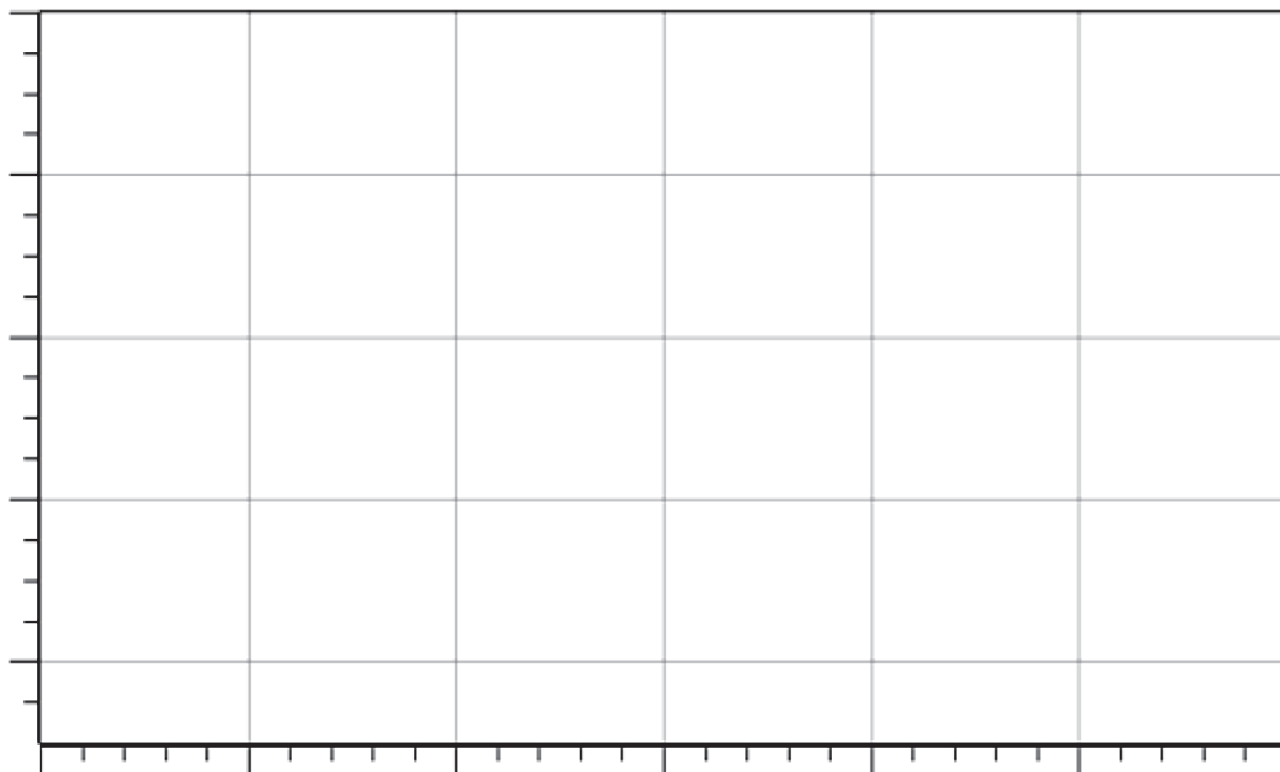


Emplea la herramienta de coordenadas y de pendiente del gráfico del Capstone para determinar los desplazamientos y las pendientes del gráfico posición-tiempo en los momentos que se definan en la tabla 10. Anota los valores de pendiente como velocidad instantánea en la tabla 10.

Tabla 10. Distancia, desplazamientos y velocidad instantánea para el movimiento rectilíneo uniforme acelerado.

Tiempo (s)	Distancia (m)	Desplazamientos (m)	Velocidad instantánea (m/s)	Velocidad Media (m/s)
0		-		-

Esboza un gráfico de velocidad instantánea v en función del tiempo t de la información de la tabla 9 (movimiento rectilíneo uniforme acelerado). Identifica claramente el eje que representa la velocidad y el tiempo.



PRIMERA LEY DE NEWTON

Fundamentos teóricos

Un cuerpo se encuentra en equilibrio cuando su posición o su velocidad no cambian. Esta situación se presenta cuando todas las fuerzas que se aplican sobre un objeto se equilibran entre sí y es estudiado mediante el concepto de la primera ley de Newton.

Objetivos

- Estudiar el equilibrio de las fuerzas que son aplicadas en un mismo punto, utilizando el concepto de la primera ley de Newton

Montaje experimental

Para realizar el experimento, se emplea un banco de fuerzas concurrentes que se muestra en la figura 20. Se utilizarán tres cuerdas que se unen en un punto común mediante un nudo. Este nudo se ubicará en el centro del banco de fuerza, y los extremos de las cuerdas pasarán por las poleas que se encuentran en los bordes. Las cuerdas se tensan colocando pesas de similar masa en sus extremos. Para garantizar que el nudo de unión de las cuerdas permanezca en el centro del banco, se deben mover las poleas de tal manera que los ángulos entre ellas actúen como variable de equilibrio y tengan los valores adecuados.

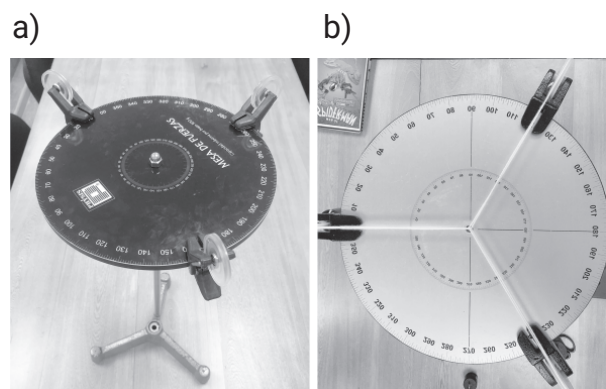


Figura 20. Banco de fuerzas concurrentes;
a) dispositivo previo a la experiencia,
b) ejemplo de ubicación de las cuerdas.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 4: Primera Ley de Newton

Informe
4

Integrante	Fecha: Día / Mes / Año
1	
2	
3	
4	
5	

Anotaciones

Tabla 11. Medidas de la fuerza, la masa y los ángulos, utilizando el montaje en el banco de fuerzas concurrentes.

Parametros a medir		Mediciones		
		m (g)	F (N)	θ (°)
Caso 1	m1			
	m2			
	m3			
Caso 2	m1			
	m2			
	m3			
Caso 3	m1			
	m2			
	m3			

Análisis y discusión de datos

Para realizar la descomposición de las fuerzas, se utiliza un plano cartesiano, donde el eje x es la línea que pasa por el ángulo 0° , y el eje y es la línea que pasa por el ángulo 90° .

1. Aplica las funciones trigonométricas que correspondan para obtener las componentes de cada fuerza en los ejes x y y . Organiza esta información en la tabla 2.

Tabla 12. Cálculo de las componentes de cada vector, en los ejes x y y. Para esto, utiliza las medidas obtenidas en la tabla 1.

Parámetros a medir		$F_x (N)$	$F_y (N)$
Caso 1	$F_1 (N)$		
	$F_2 (N)$		
	$F_3 (N)$		
Caso 2	$F_1 (N)$		
	$F_2 (N)$		
	$F_3 (N)$		
Caso 3	$F_1 (N)$		
	$F_2 (N)$		
	$F_3 (N)$		

2. Para cada caso por separado, realiza la suma de las fuerzas para cada componente x y y. Comprueba que la suma debe dar aproximadamente ~ 0 .

Caso 1	$\sum F_x =$		$\sum F_y =$	
Caso 2	$\sum F_x =$		$\sum F_y =$	
Caso 3	$\sum F_x =$		$\sum F_y =$	

3. Repite los pasos anteriores en caso de que la sumatoria de fuerzas dé un resultado mayor a ~ 0.9

Conclusiones

SEGUNDA LEY DE NEWTON

Fundamentos teóricos

La fuerza resultante es la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre un objeto, y en este sentido la Primera Ley de Newton afirma que, al no haber una fuerza resultante, la velocidad del objeto permanecerá constante y no experimentará aceleración. Pero, en caso de que las fuerzas no se equilibren o contrarresten, aparece una fuerza resultante que causa una aceleración sobre el objeto cambiando su estado de movimiento. Este último fenómeno es explicado por la Segunda Ley de Newton (Young & Freedman, 2013).

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Un objeto que experimenta una aceleración \vec{a} experimenta un movimiento rectilíneo uniforme acelerado, que se analiza con la aceleración media ($\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$), y la aceleración instantánea ($\vec{a} = \frac{dv}{dt}$). Esta aceleración depende la fuerza neta \vec{F} y la masa m del objeto (Hewitt, 2007; Gil, 2020; Serway & Jewett, 2008).

Objetivos

Analizar mediante el concepto de la Segunda Ley de Newton, la relación entre la fuerza neta, la masa y la aceleración que experimenta un móvil al moverse sobre un riel.

Montaje experimental

En esta ocasión, utilizaremos el **riel de aluminio (ME-9493)**, soportado sobre los **pies de apoyo o bases (ME-8972)**, además del **juego de masas y porta pesas (ME-8979)**, el **indicador de ángulo (ME-9495A)**, dos **masas para carro (ME-6757A)** y un **carrito inteligente rojo ME-1240** o **azul ME-1241**. Sobre el riel de aluminio instalaremos un **stop o parachoques (ME-8971)** y una **polea con abrazadera (ME-9448B)**.

El sistema instalado se ilustra en la figura 22, donde, sobre el riel de aluminio se encuentra el carro atado por un hilo que pasa por una polea y termina en una porta pesas que cuelga. La masa en la porta pesas ejerce una fuerza que se transfiere al carro a través de la tensión del hilo. El peso sobre el carro es contrarrestado por la fuerza normal de la pista, mientras que la fuerza aplicada por la masa colgante no tiene oposición (asumiendo que la fricción en las ruedas del carro es nula), resultando en una fuerza neta diferente de cero que actúa sobre el carro en la dirección del hilo.

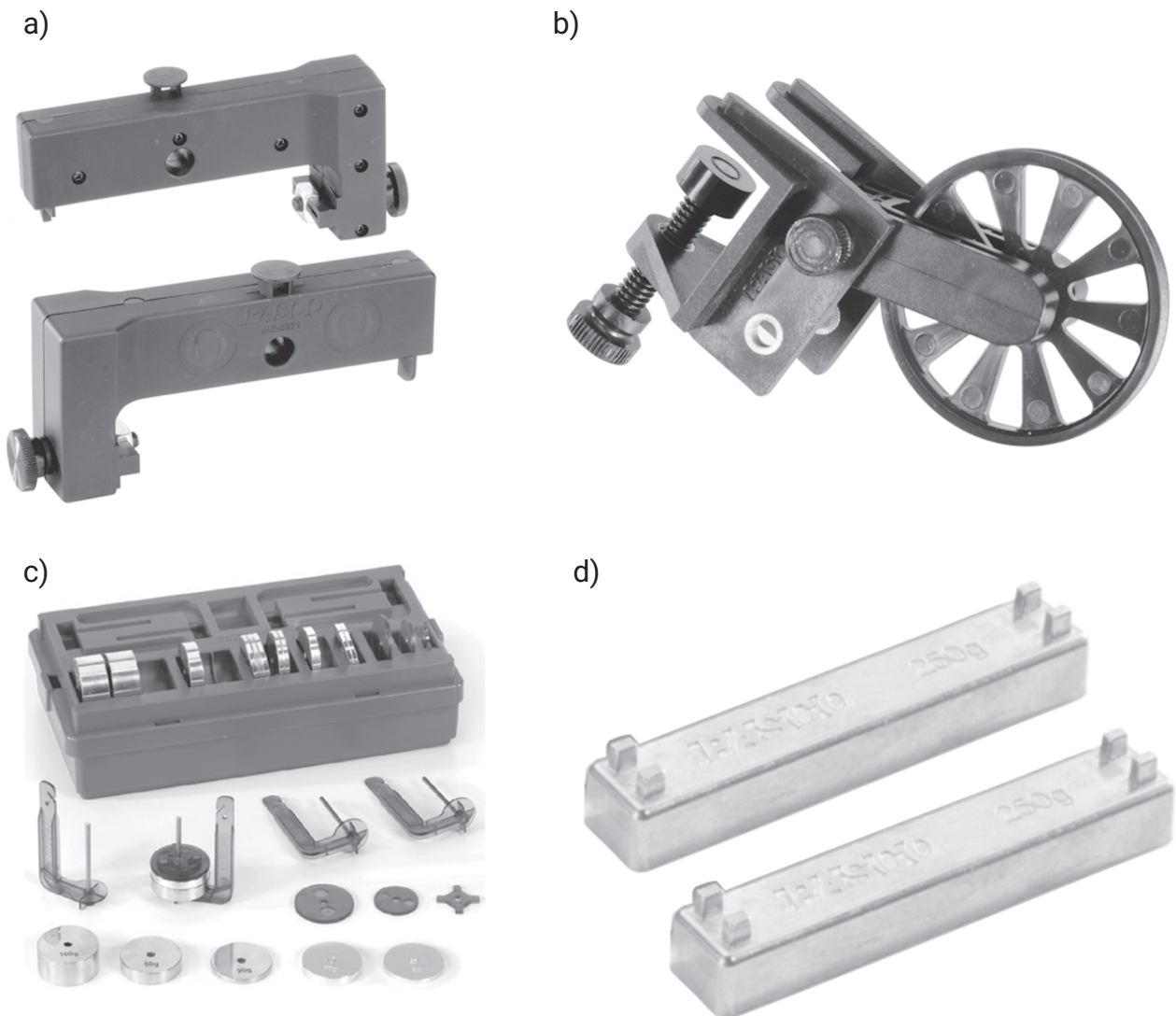


Figura 21. Accesorios. a) stop o parachoques (ME-8971), b) polea con abrazadera (ME-9448B), c) juego de masa y perchas (ME-8979) y d) masas para carro (ME-6757A). Imagen de PASCO, 2025.

Utilizaremos los sensores del **carro inteligente**, que debe estar conectado al computador utilizando la tecnología bluetooth y mediante la herramienta **CAPSTONE**. En el Capstone crea una página con tabla y gráfica de velocidad versus tiempo.

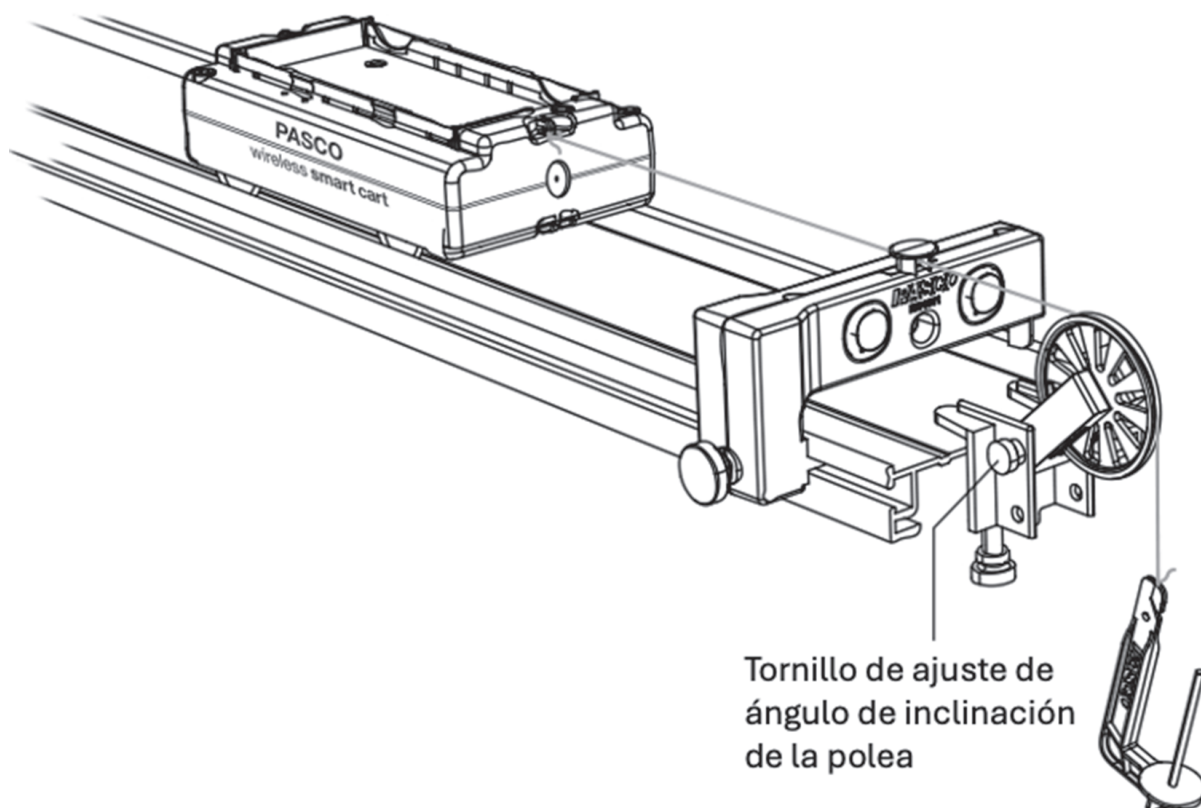


Figura 22. Sistema para la comprobación de la segunda ley de Newton debidamente instalado y ajustado. Imagen de Pasco Scientific, 2025.

Este experimento consta de dos partes que desarrollaremos a continuación:

Parte 1. Fuerza constante, masa variable

1. Mide la masa del carro y registra en la tabla de la sección de anotaciones.
2. Ajusta el sistema como se muestra en la figura anterior, asegurándote de contar con todos los elementos instalados. Corroboras que el riel se encuentre nivelado, evitando alguna inclinación que produzca un movimiento instantáneo no deseado.
3. Instala el stop o parachoques (ME-8971) ubicándolo antes de la polea con abrazadera (ME-9448B).
4. Con el carro en el riel, ata el hilo al punto de amarre superior de la parte frontal del carro. Pasa el hilo tanto por el orificio de la parte superior del parachoques como por la polea; el otro extremo debe ir atado a la porta pesas. La longitud utilizada del hilo debe garantizar que el carro ruede en el riel y que la porta pesas no choque con el suelo.

5. Ajusta el ángulo de inclinación de la polea, aflojando el tornillo lateral. La inclinación debe garantizar que el tramo del hilo proveniente del carro permanezca horizontal y al mismo tiempo pase sin rozamiento por el orificio del parachoques.
6. Coloca en el carro las dos masas de carro de g y luego agrega otras masas adicionales hasta contar con un total de 1.000 g en el carro.
7. Coloca 20 g de masa en la porta pesas. Esta porta pesas tiene una masa de 5 g , por tanto, la masa colgante total es de 25 g .
8. Registra en la tabla de la sección de anotaciones la masa total del sistema, teniendo en cuenta que $m_{total} = m_{carro} + m_{sobre-carro} + m_{colgante}$
9. Lleva el carro hasta el extremo del riel, mientras que la porta pesas cuelgue justo debajo de la polea.
10. Suelta el carro y registra en el CAPSTONE los datos de velocidad y tiempo. Recuerda que puedes configurar las condiciones de inicio y finalización del registro de datos para automatizar el proceso. Limita la vibración del carro y el balanceo de la porta pesas.
11. Retira del carro los 250 g de masa y repite los pasos para registrar un segundo grupo de datos. Registra la nueva masa total m_{total} del sistema.
12. Repite dos veces más el paso anterior, retirando por cada ocasión 250 g de masa. Recuerda registrar la nueva masa total m_{total} del sistema.
13. Emplea las herramientas de gráficos del CAPSTONE para calcular la aceleración del sistema una vez liberado en cada prueba. Aplica una línea de mejor ajuste a los datos de velocidad.

Parte 2. Fuerza variable, masa constante

1. Repite la configuración utilizada en la parte 1: cuelga una masa de 20 g en la porta pesas de masa de 5 g , obteniendo un total de 25 g de masa suspendida, además, coloca las dos masas de carro de 250 g y agrega más masas al carro hasta alcanzar un total de $1,000\text{ g}$ en el mismo.

2. Registra la masa suspendida en la tabla de la parte 2 de la sección de anotaciones.
3. Lleva el carro hasta el extremo del riel, mientras que la porta pesas cuelgue justo debajo de la polea.
4. Suelta el carro y registra en el CAPSTONE los datos de velocidad y tiempo. Recuerda que puede configurar las condiciones de inicio y finalización del registro de datos para automatizar el proceso. Limita la vibración del carro y el balanceo de la porta pesas.
5. Retira 20 g de masa del carro y traslada esta misma masa a la porta pesas, sumando en esta última un total de 45 g con el soporte. Este procedimiento garantiza que la masa total del sistema, incluyendo el carro, las masas y los soportes, permanezca constante.
6. Registra la cantidad de masa colgante.
7. Traslada nuevamente g de masa del carro a la porta pesas y repite los pasos para registrar un segundo grupo de datos. Registra nuevamente la masa colgante.
8. Repite dos veces más el paso anterior.
9. Emplea las herramientas de gráficos del CAPSTONE para calcular la aceleración del sistema una vez liberado en cada prueba. Aplica una línea de mejor ajuste a los datos de velocidad.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 5: Segunda Ley de Newton

Informe

5

Integrante

Fecha: Día / Mes / Año

1

2

3

4

5

Anotaciones

Parte 1. Fuerza constante, masa variable

Masa del carro _____ (Kg): _____

Tabla 13. Aceleración del sistema con fuerza constante y masa variable.

Ensayo	Masa total del sistema m_{total} (Kg)	Aceleración del sistema a (m/s^2)	$1/m_{total}$ (Kg^{-1})
1			
2			
3			
4			
5			

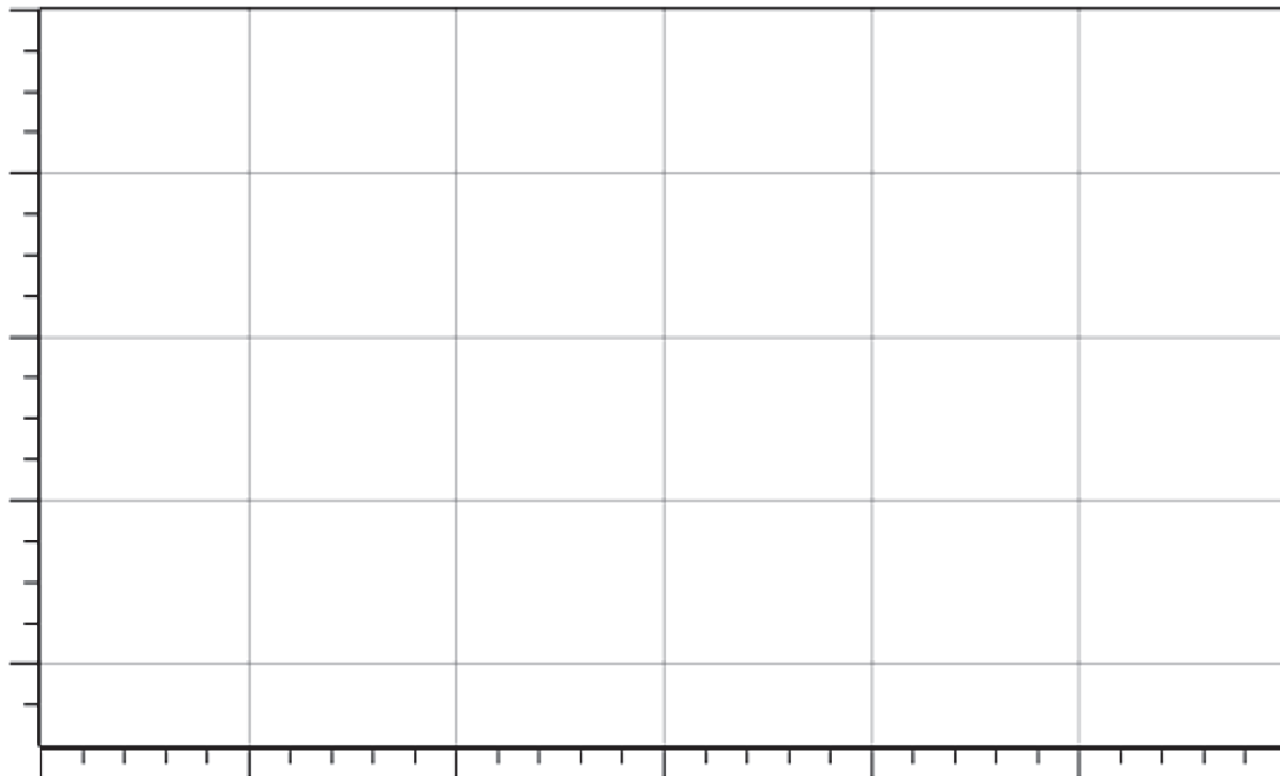
Parte 2. Fuerza variable, masa constante*Tabla 14. Aceleración del sistema con fuerza variable y masa constante.*

Ensayo	Masa total del sistema m_{total} (Kg)	Aceleración del sistema a (m/s^2)	$1/m_{total}$ (Kg^{-1})
1			
2			
3			
4			
5			

Análisis y discusión de datos

Parte 1. Fuerza constante, masa variable

Realiza un gráfico de aceleración del sistema en función de la masa total de la parte 1. En el bosquejo, identifica claramente el eje que representa la aceleración y la masa.



6

ENERGÍA

Fundamentos teóricos

Existe una relación entre el trabajo realizado sobre un objeto por una fuerza constante y el cambio en su energía cinética. Esta relación se expresa matemáticamente como ($W = \Delta K$), donde (W) es el trabajo y (ΔK) representa el cambio en la energía cinética del objeto. Así, podemos cuantificar cómo el trabajo afecta a la energía cinética de un objeto.

Objetivos

Determinar experimentalmente la relación entre el trabajo realizado por una fuerza aplicadas sobre un objeto y el cambio en su energía cinética

Montaje experimental

Igual como en el experimento 5, utilizaremos el **riel de aluminio (ME-9493)**, soportado sobre los **pies de apoyo o bases (ME-8972)**, además del **juego de masas y porta pesas (ME-8979)**, el **indicador de ángulo (ME-9495A)**, dos **masas para carro (ME-6757A)** y un **carrito inteligente rojo ME-1240** o **azul ME-1241**. Sobre el riel de aluminio instalaremos un **stop o parachoques (ME-8971)** y una **polea con abrazadera (ME-9448B)**.

Parte 1. Fuerza constante

1. Realiza el montaje experimental que se muestra en la figura 23. Asegúrate de que el riel esté lo más nivelado posible y que la polea cuelgue por fuera del borde de la mesa. Ajuste la altura de la polea para que la rosca entre el carro y la polea sea paralela a la superficie de la pista.
2. Enciende el **carrito inteligente rojo ME-1240** o **azul ME-1241** y conéctalo de forma inalámbrica al Capstone.

3. Abre una hoja de trabajo en el Capstone y escoge una configuración de una tabla con 3 columnas y dos gráficas. Configúralas de tal manera que puedas tabular las medidas de posición, velocidad y fuerza, además de realizar las gráficas de Fuerza vs Posición y Velocidad vs Posición.
4. Mide la masa del carro más cuatro masas del carro colocadas sobre el. Registra este valor por de la tabla 15. Desengancha previamente el hilo del portapesas.
5. Ubica el carro en la pista y antes de volver a colocar el hilo de la portapesas, tara en el Capstone el sensor de fuerza del carro. Coloca el hilo con la portapesas y una masa determinada.

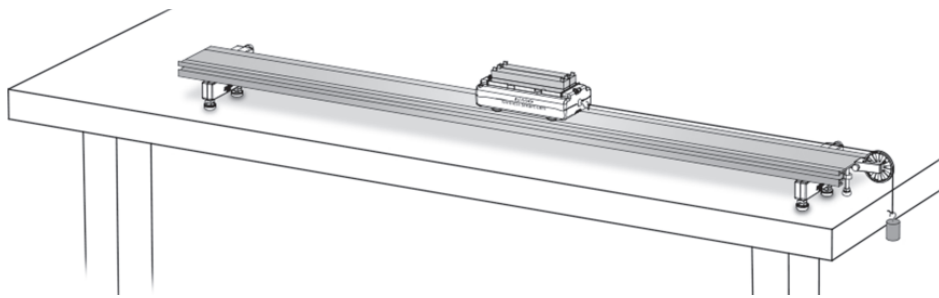


Figura 23: Sistema para la comprobación de la relación entre el trabajo y el cambio de la energía cinética (Imagen de Pasco Scientific, 2025)

6. Lleva el carro al extremo opuesto de la polea, sostenlo, espera que la polea deje de balancearse, luego inicia el registro de datos en el Capstone y suelta el carro. No olvides configurar las opciones de inicio y finalización de medidas que se utilizó en experimentos anteriores.
7. Utiliza las herramientas de gráfico del Capstone para determinar el área bajo la curva de fuerza y la velocidad final. Repite el procedimiento de medida hasta completar las 5 medidas de la tabla 15.

Parte 2. Fuerza variable

1. Ubica el carro al final de la pista en el lugar opuesto a la polea. Abre una nueva hoja de trabajo en el Capstone con la misma configuración de la parte 1.
2. Antes colocar el hilo de la portapesas, tara en el Capstone el sensor de fuerza del carro. Ahora coloca el hilo con la portapesas y una masa determinada que debes registrar en la tabla 16.
3. Espera que la polea deje de balancearse: luego inicia el registro de datos en el Capstone y suelta el carro.
4. Repite el cálculo de área bajo la fuerza y la velocidad final con las herramientas de gráfico del Capstone, registrando los resultados en la tabla 16.

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas
Experimento 6: Energía

Informe

6

Integrante	Fecha: Día / Mes / Año
1	
2	
3	
4	
5	

Anotaciones

Parte 1. Fuerza constante

Masa del carro (Kg): _____

Masa del colgante (Kg): _____

Tabla 15. Medidas de trabajo y cambio de la energía cinética para una fuerza constante aplicada.

Ensayo	Trabajo = Área bajo la gráfica de Fuerza vs Distancia ($N \cdot m$)	Velocidad Final v (m/s)	Cambio de la energía cinética (J)
1			
2			
3			
4			
5			

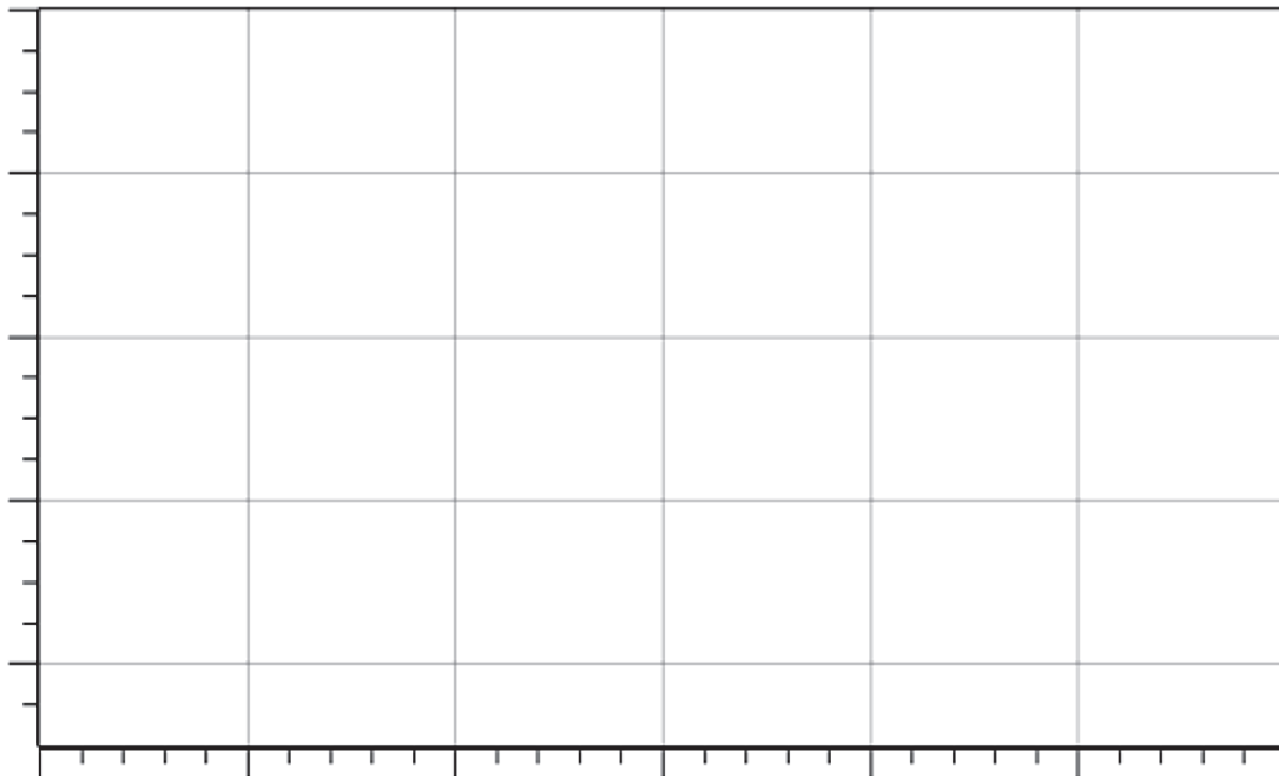
Parte 2. Fuerza variable

Tabla 16. Trabajo y cambio de la energía cinética para una fuerza variable.

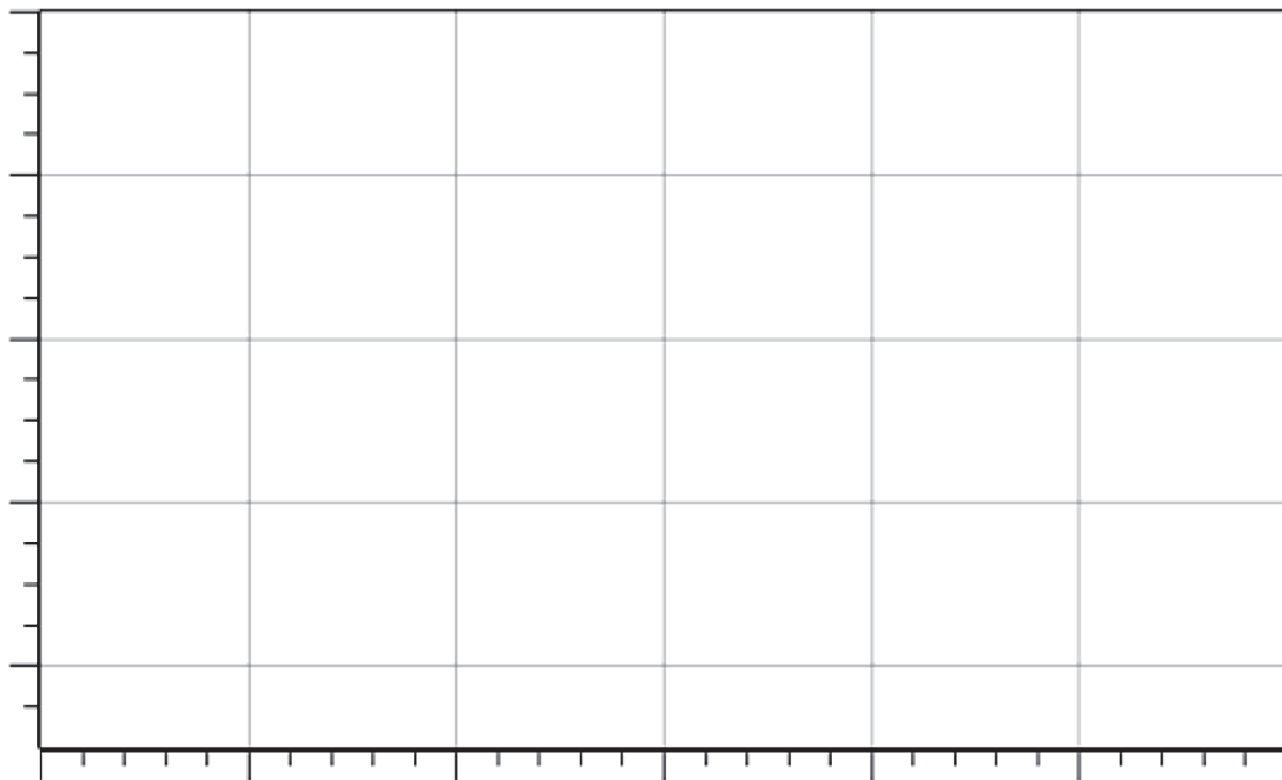
Ensayo	Fuerza = Peso colgante $m_{colgante} \cdot g$ ($Kg \cdot m/s^2$)	Trabajo = Área bajo la gráfica de Fuerza vs Distancia ($N \cdot m$)	Velocidad Final v (m/s)	Cambio de la energía cinética (J)
1				
2				
3				
4				
5				

Análisis y discusión de datos

Reproduce el gráfico de fuerza vs. distancia del sistema de la parte 1 donde la fuerza es constante. En el bosquejo, identifica claramente el eje que representa las magnitudes gráficas.



Reproduce el gráfico de energía cinética vs. distancia para el sistema de la parte 1 donde fuerza es constante. En el bosquejo, identifica claramente el eje que representa las magnitudes gráficas.



Para cada paso ¿cómo se compara el trabajo realizado sobre el carro con el cambio de energía cinética del objeto?

¿Cómo cambia la velocidad final del carro con el cambio en la fuerza aplicada?

En el caso hipotético de que realices una tercera prueba en la que empujas el carro imprimiéndole una velocidad inicial distinta de cero, y el trabajo total realizado por la fuerza de empuje para mover el carro fuera de 0,5 J, ¿cuál sería el cambio de energía cinética del carro? Usa tus datos experimentales para justificar tu respuesta.

Referencias bibliográficas

BIBLIOGRAFÍA

- Baird, D. C. (1991). *Experimentación - Una introducción a la teoría de mediciones y al diseño de experimentos*. Naucalpan de Juárez, México: Prentice- Hall.
- Gil, S. (2020). *Experimentos de Física - Usando las TICs y elementos de bajo Costo*. Marcombo.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física Conceptual*. México: Pearson Educación.
- Lobo, R. (2019). *Manual de Laboratorio de Física: Mecánica*. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Microsoft Inc. (15 de 01 de 2025). *Microsoft*. Tipos de gráfico disponibles en Office: <https://support.microsoft.com/es-es/office/tipos-de-gráfico-disponibles-en-office-a6187218-807e-4103-9e0a-27cdb19afb90>
- Pasco Scientific. (15 de 01 de 2025). *Pasco*. Pasco Capstone Software: https://www.pasco.com/products/software/capstone?srsltid=AfmBOopRjqkiGYRJ8d-15R1RBKfsDXDjh6ktrB8wnYE_fdoS3M9wQWWs
- Pasco, S. (15 de 01 de 2025). *Pasco Scientific*. Products for Science Education: <https://www.pasco.com/products>
- Pasco scientific. (1995). *Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific Model EM-8656*. Roseville CA: Pasco scientific.
- Serway, R., & Jewett, J. W. (2008). *Física para Ciencias e Ingeniería (Vol. 1)*. México: Cengage Learning Editores, S. A. de C. V.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2013). *Física universitaria (Vol. 1)*. México: Pearson.

Esta obra ofrece una propuesta para iniciarse en la Física Mecánica desde la práctica experimental. Dirigida a estudiantes, docentes y apasionados por la ciencia, presenta un recorrido por temas esenciales como: medición, incertidumbre, error, leyes de Newton, energía y movimiento, a través de experimentos diseñados con rigor y claridad.

Cada capítulo integra fundamentos teóricos, instrucciones detalladas, procedimientos de montaje, análisis de resultados y el uso de herramientas informáticas como Microsoft Excel y el software Capstone, favoreciendo la precisión y el pensamiento crítico.

Con un enfoque didáctico y apoyado en recursos visuales, este libro conecta la física con su aplicación en la vida profesional, despertando la curiosidad científica y fortaleciendo las competencias necesarias para la comprensión y descripción de fenómenos.

Un texto imprescindible para quienes desean vivir la física a través de la experimentación.

ISBN: 978-628-7852-03-7



**Facultad de
Ciencias Básicas
y Biomédicas**