

Introducción

La humanidad a lo largo de su historia se ha organizado socialmente de diferentes maneras en la búsqueda de condiciones más aceptables que permitan una mejor forma de vida. Sin embargo, no siempre lo ha logrado y los beneficios de la ciencia aún no han llegado a todos. Es por esto que la asignatura de Física es importante para su formación, pues es una herramienta para conocer y mejorar nuestro mundo.

No se requiere un talento especial para aprender Física, solo una buena disposición para tratar de entender los fenómenos físicos, además de constancia en sus hábitos de estudio, lo cual le permitirá comprender y aplicar los conocimientos que aquí se ofrecen.

Con los conocimientos que aquí encontrará puede lograr un objetivo muy importante: la formación de una actitud científica, es decir, que ante cualquier fenómeno, idea o discurso, analice cuáles son sus causas, investigue cuáles son sus fundamentos y desarrollo para que, a partir de ellos, pueda deducir sus efectos y comprobar que todo lo que existe tiene una causa, un desarrollo y una consecuencia.

La presente unidad está organizada en tres unidades: la primera se relaciona con la importancia de la Física y los fundamentos básicos de la teoría de la medición; la segunda, estudia el movimiento de la partícula a lo largo de una línea recta y la tercera analiza el movimiento de una partícula, pero siguiendo una trayectoria curva en un plano.

De manera particular, se espera que el aprendizaje de la Física le proporcione los elementos necesarios para planear cómo lograr que esta rama de la ciencia le ayude a mejorar la manipulación de nuestro entorno en cuanto a las medidas, el movimiento, el equilibrio y la fuerza.

¿Qué vamos a aprender?

Competencias	Objetivos	Contenidos
Valoran críticamente el papel desempeñado por la medición en el desarrollo social y específicamente en el desarrollo científico técnico, estableciendo a la vez los hechos históricos que dieron origen al sistema internacional de unidades.	Emplear las técnicas para la comprensión de mensajes orales en distintas situaciones comunicativas.	La Física y su importancia Ciencia y tecnología ¿Para qué sirve la Física?
Efectúan mediciones de cantidades físicas expresando el resultado en unidades del sistema internacional de unidades.	<p>Valorar críticamente el papel desempeñado por la medición en el desarrollo social y específicamente en el desarrollo científico-técnico.</p> <p>Explicar sobre la base de los hechos históricos, las causas que dieron origen al sistema internacional de unidades.</p> <p>Reconocer las cantidades básicas del sistema internacional de unidades.</p> <p>Localizar en fuentes bibliográficas las definiciones actuales de los patrones de medida para las cantidades básicas del sistema internacional de unidades: longitud, masa y tiempo.</p>	<p>Origen del Sistema Internacional de Unidades</p> <p>Cantidades básicas del Sistema Internacional de Unidades</p> <p>La medición en el desarrollo social, científico y técnico</p> <p>Cantidades derivadas del Sistema Internacional de Unidades</p> <p>Medición y experimentación</p> <p>Medición directa e indirecta</p>

	<p>Enunciar el concepto de medición, destacando las características del proceso.</p> <p>Explicar en qué consisten los procesos de medición directa e indirecta.</p>	
<p>Realizan mediciones directas e indirectas, expresando el resultado como un intervalo de valores y con el número correcto de cifras significativas.</p>	<p>Enunciar el concepto de cantidad derivada, según la definición publicada en libros de texto.</p> <p>Exponer las razones de la utilización del sistema internacional de unidades en Honduras, tomando como base las disposiciones establecidas en las leyes del Estado hondureño.</p>	<p>Valor central e incertidumbre absoluta</p> <p>Precisión de una medida</p> <p>Incertidumbre instrumental</p> <p>Cifras significativas</p> <p>Incertidumbre absoluta a criterio de investigador</p> <p>Propagación de incertidumbres</p>
<p>Grafican una colección de datos experimentales (parejas ordenadas) en un sistema de referencia ortogonal.</p>	<p>Graficar una colección de puntos experimentales (parejas ordenadas) en un sistema de referencia ortogonal, escogiendo convenientemente las escalas.</p>	<p>Gráfica de puntos experimentales</p>

Mis conocimientos previos

Lea el siguiente cuento:

"Cinco sabios del reino La Conclusión, de vuelta de una larga estancia en la comarca Experimento, estaban temerosos ante su soberana, la reina Ignorancia, a quien informaban de la "cosa" que existe en aquella comarca.

— Dinos, oh sabio Meditus, ¿qué aspecto tiene la cosa? Preguntó la reina al sabio más anciano.

— La cosa se llama Física, oh Majestad, puede registrar todos los hechos acerca del movimiento y constitución de los cuerpos. En realidad la Física es un enorme registro –así habló Meditus.

— ¡Que le corten la cabeza! —Gritó la reina, roja de ira. — ¿Cómo podemos creer que la cosa es una máquina sin pensamiento cuando hasta nosotros tenemos ideas?

Tras lo cual se dirigió a Informus, el más viejo de los sabios que quedaban:

— Dinos, oh Informus, ¿qué aspecto tiene la cosa?

— La cosa, Majestad, no es un registrador pasivo, sino un atareado molino de información: absorbe toneladas de datos en bruto, los elabora y presenta en orden. Mi decisión es que la Física es un enorme calculador –así habló Informus.

— ¡Que le corten la cabeza!, gritó la reina, verde de ira. ¿Cómo podemos creer que la cosa es un autómatas, si hasta nosotros tenemos caprichos y flaquezas?

Tras lo cual se dirigió a Tanteus, el de mediana edad.

— Dinos, oh Tanteus, ¿qué aspecto tiene la cosa?

— No hay tal cosa, Majestad. La Física es un juego. Los que lo juegan establecen sus reglas y las cambian de vez en cuando de un modo misterioso. Nadie sabe a qué juegan ni con qué fin. Admitamos, pues, que la Física, como el lenguaje, es un juego –así habló Tanteus.

— ¡Que le corten la cabeza! —Gritó la reina, amarilla de ira. ¿Cómo podemos creer que la cosa rara no se toma las cosas en serio, cuando hasta nosotros somos capaces de hacerlo?

— Tras lo cual se dirigió a Busquedus, sabio maduro.

— Dinos, oh Busquedus, ¿qué aspecto tiene la cosa?

— La cosa rara, oh Majestad, es una mujer que medita y ayuna, tiene visiones, intenta probar que son erradas y no se enorgullece cuando no lo consigue. Yo creo que la Física –y reto a todos a que me contradigan– es una "visionaria".

— ¡Que le corten la cabeza!, gritó la reina, roja de ira. Este informe es más

sutil que los otros, pero ¿cómo podemos creer que la cosa no se preocupa de justificación y gratificación, cuando hasta nosotros podemos hacerlo? –Tras lo cual se dirigió a Eruditus, el joven sabio.

— Pero Eruditus, temiendo por su vida, había huido ya. Huyó sin parar durante días y noches, hasta que cruzó la frontera del Reino Conclusión.

— Ahora Eruditus vive en la comarca Experimento y trabaja, con un nombre desconocido, realiza investigaciones sobre la Física y el modo en que esta ciencia obtiene conocimiento de la naturaleza.

Cada uno de los cuatro desafortunados sabios había descrito, parcialmente, el método con el cual la Física obtiene conocimiento." ¹

ACTIVIDAD 1

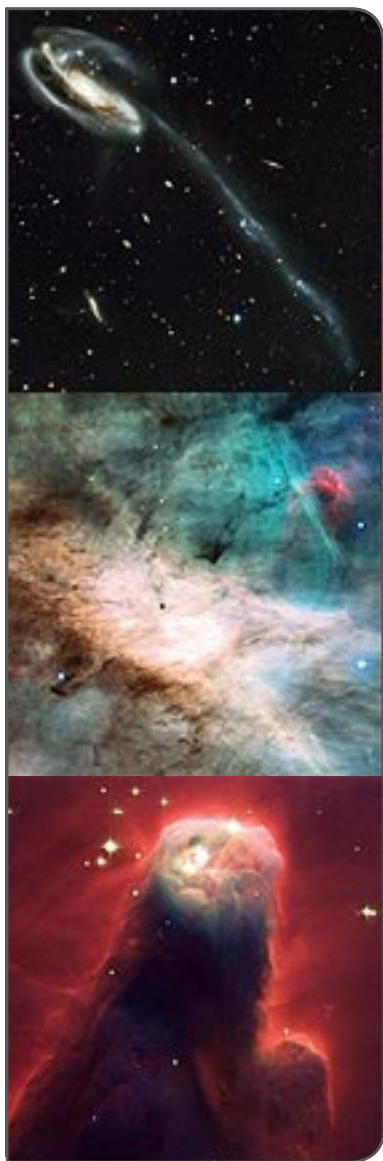
1. Describa cada una de las actividades que realiza la cosa llamada Física en el cuento anterior:

2. Elija un hecho, un fenómeno o un experimento y conteste la siguiente interrogante: ¿cómo en ese hecho, fenómeno o experimento se podría aplicar a cada una de las descripciones que hicieron los cuatro sabios sobre la Física a la reina?

¹ Idea no textual, Secretaría de Educación, 1995 Conceptos Básicos 3, Mexico D.F.

La Física y su importancia ●●●

Desde que adquirió conciencia de sí mismo, el ser humano ha tratado de dejar huella de su paso por el mundo y, a la vez, transmitir los conocimientos a sus descendientes; este proceso ha permitido asimilar toda la cultura creada por miles y miles de personas que han poblado este planeta.



Imágenes captadas por el telescopio
satelital Hubble.

Hoy en día, la mayoría de los conocimientos registrados, ordenados y sistematizados con el propósito de explicar la realidad, desde los elaborados por aquellos hombres y mujeres que tallaron una rama de un árbol para elaborar un arma o esculpieron una piedra para crear la primera herramienta, hasta los de aquellos científicos que hicieron posible que el ser humano se posara en la Luna o colocara satélites en el espacio para mejorar las comunicaciones, constituyen lo que se conoce como ciencia.

La Física en este sentido, está constituida por toda una serie de conocimientos concatenados, es decir, que dependen unos de otros, busca una explicación a los fenómenos que cambian la materia y determina también el porqué de sus causas y efectos, motivo por el cual se afirma, con toda seguridad, que la Física es una ciencia.

De este modo, aquellas manifestaciones producidas por el movimiento de los cuerpos, la luz, el calor, la electricidad, el sonido, el magnetismo, así como por los medios atómicos, constituyen la esencia del campo de estudio de la Física, razón por la cual se define como la ciencia que estudia las manifestaciones de la materia y las transformaciones de la energía.

Muy ligadas a la Física se encuentran otras ciencias como la Química, entre otras, que en conjunto estudian los llamados fenómenos naturales, y su ayuda

hace que sea más clara, lógica y sencilla la comprensión de los fenómenos propios de la Física, así como las Matemáticas que es el instrumento fundamental, sin la cual sería imposible establecer sus leyes y principios.

En el momento que una persona, ante un fenómeno cualquiera, trata de buscar y explicar las causas que lo originan, está en posibilidad de asumir una actitud científica, pues no existe un solo fenómeno que no sea efecto de otros, llamados causas. Cuando se buscan ambos, causas y efectos, ya sea por medio de la investigación o la experimentación, se está desarrollando una actitud y un pensamiento científicos, fundamentales ambos para aprender y hacer ciencia.

Ciencia y tecnología

Mientras la ciencia encuentra las causas y efectos de los fenómenos, estableciendo las leyes que los determinan, la tecnología se encarga de aplicarlos de manera práctica, creando aparatos y dispositivos que facilitan la vida del ser humano. Por ejemplo, Joule estableció la relación que existe entre el calor y el trabajo mecánico, lo cual es ciencia propiamente hablando; más adelante, otros aplicaron este principio y lo llevaron a la práctica creando la máquina de vapor, que es un producto de la tecnología. Esta es, precisamente, la diferencia entre ciencia y tecnología.

¿Para qué sirve la Física?

Se habla de impresionantes ruinas en México, Guatemala y el occidente de Honduras, sin embargo, debido en gran medida a que no se han podido encontrar los planos de muchas de estas magníficas obras, hay quienes, con exceso de imaginación y subestimando la inteligencia de nuestros antepasados, han afirmado que por ejemplo la escalinata de los jeroglíficos con sus códigos, las estelas u otros monumentos del Parque Arqueológico Ruinas de Copán, fueron construidas por inteligencias ajenas a ellos. Hoy se sabe, gracias a experimentos llevados a cabo por científicos, que los grandes templos bien pudieron ser construidos por los mayas empleando para ello mucha mano de obra (esclavos), tecnología (basada en palancas y poleas) y un buen equipo de matemáticos que hiciera los cálculos correspondientes. Asimismo, levantar piedras cuya masa excedía las seis toneladas era tarea que se efectuaba

comúnmente hace más de 3,000 años en Centroamérica; para ello empleaban cuñas, palancas y poleas.

Todas las culturas han poseído instrumentos que les facilitaron el trabajo, aunque desconocían el principio físico con el que funcionaban. Incluso hoy, la gente emplea palancas para levantar automóviles atascados en el lodo o gatos hidráulicos para cambiar las llantas y son muy pocos los que conocen el principio con el cual funcionan.

Hasta mediados del siglo XIX, la invención de herramientas respondía a las apremiantes necesidades del momento, en raras ocasiones se investigaba el principio básico del funcionamiento. Debe tenerse muy presente que la economía empezaba a exigir mayor rendimiento en los procesos de producción, por primera vez en forma seria y generalizada los constructores comenzaron a interesarse en el funcionamiento de las máquinas que usaban: las máquinas se convirtieron en objeto de estudio y dejaron de ser simples utensilios.

Esto constituyó una verdadera revolución tecnológica, ya no se construirían máquinas sin intentar mejorar sus diseños: ¡La Física se incorporó a la producción! Pero también la Física está presente en lo cotidiano, por ejemplo: cuando se juega al fútbol y se consigue un gol con “efecto”, la Física explica que es una forma especial de golpear al balón, el cual con la fricción del aire se desvía presentando una modificación de su trayectoria, es decir, su trayectoria sigue una línea curva.



Cuando hace mucho frío, la gente deposita bolsas con agua caliente o piedras calientes debajo del lecho para mantener en lo posible una temperatura agradable. Esto se debe también a un principio físico: el agua y algunos sólidos pierden lentamente el calor que ganan.

Muchos de los aparatos de uso cotidiano, como la televisión, el refrigerador, la estufa, la plancha, los automóviles, las bombillas incandescentes (focos), las bombas de agua, etcétera, tienen su origen en principios físicos. La mitad de las cosas con las que se trabaja tienen que ver con la Física.

ACTIVIDAD 2

Reúnase con un o una compañera para comentar y contestar las siguientes interrogantes:

a. ¿Qué significa asumir una actitud científica ante un fenómeno?

b. ¿Qué se requiere para aprender ciencia?

c. Explique dos hechos o fenómenos de su comunidad que puedan ser explicados por la Física.

d. Elabore un escrito en el que exponga si el uso de la ciencia y la tecnología es adecuado y proponga una mejor manera de incluir estas disciplinas en su vida.

●●● Origen del sistema internacional de unidades²

La necesidad de saber o tener alguna idea del tamaño o magnitud de las cosas, hizo a los humanos adoptar formas de comparación entre un objeto y otro, esto dio lugar a la creación de diferentes patrones de medición acordes a las necesidades de cada lugar donde se originaban; de esta manera, se hizo posible el uso de cada patrón en su propio lugar de origen, aunque algunos de estos se popularizaron y se convirtieron en unidades de medida que se utilizaban en muchas regiones, se basaban en distintas partes del cuerpo humano como patrón de comparación, entre los más comunes se encuentran el *codo* como la distancia que hay desde la punta del dedo medio hasta el codo; la *pulgada* era el ancho del dedo pulgar; la *yarda* es la distancia de la punta de la nariz hasta el dedo medio con el brazo extendido; la *milla* que es la distancia cubierta por mil pasos de una persona, entre otros. Pero estas unidades de medida causaban problemas al momento de un intercambio comercial por el tamaño de la persona que proporcionaba la medida.

Por ejemplo, si se quiere medir el largo de una soga utilizando las yardas y la longitud de la soga contiene 5 yardas, se dirá que la medida de la soga es de 5 yardas, pero si la soga es medida por otra persona de brazos más largos lo más seguro es que mida menos de 5 yardas. Con esto se comprende la necesidad de establecer una única unidad para cada magnitud, con el propósito de que cualquiera que mida obtenga el mismo resultado.

Pasó mucho tiempo y varios intentos por universalizar patrones de medida, hasta que en Francia, en 1948, se instauró la Conferencia General de Pesos y Medidas, con la cual se inició la siguiente gran fase evolutiva del sistema de unidades, creándose la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, cuya misión era construir, para uso internacional, un



Fachada del edificio de la Conferencia General de Pesos y Medidas.

²Hijar, Humberto. *Física I*, Santillana.

sistema de unidades práctico, por ello se decidió definir una lista completa de unidades básicas y derivadas.

El trabajo comenzó en 1954 y fue completado en 1960. Durante este periodo hubo una revisión extensiva y simplificación de las definiciones de unidades métricas, símbolos y terminología, lo cual dio origen al sistema métrico decimal, el cual por su fácil manejo ha sido adoptado por muchos países convirtiéndolo en el sistema internacional de unidades, abreviado SI, en el cual inicialmente se reconocieron seis unidades físicas básicas.

ACTIVIDAD 3

Forme un equipo de trabajo para investigar lo siguiente:

- a. Además de los patrones de medida estudiados, describa otras partes del cuerpo que se han utilizado anteriormente como unidades de comparación para medir objetos.

- b. Refiera otros sistemas de unidades que se han utilizado a través del tiempo.

- c. Elabore un resumen sobre la historia de la Conferencia General de Pesos y Medidas.

●●● Cantidades básicas del sistema internacional de unidades³

- a. Son magnitudes aquellas propiedades de los cuerpos y de la materia en general que se pueden medir. Describen cuantitativamente los fenómenos físicos, por ejemplo, el tiempo, la velocidad, la temperatura, la masa, etcétera.
- b. Medir una cantidad es compararla con otra de la misma magnitud que se toma como patrón, observando cuántas veces es equivalente. A esta cantidad patrón se le denomina unidad.

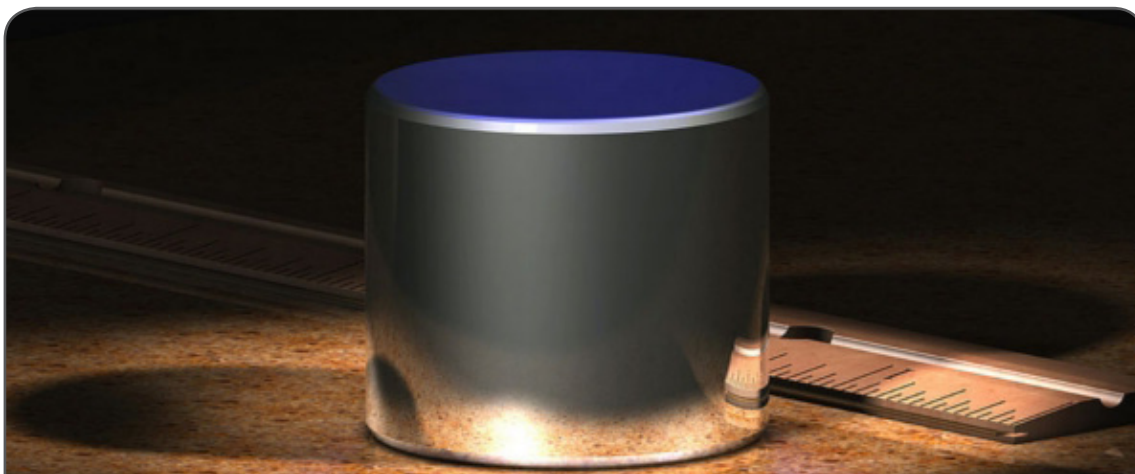
³Serway Raymond, A. *Física para bachillerato general*. Thomson.

A continuación se explican las unidades comprendidas en el sistema internacional de unidades:

- a. La *longitud* se emplea para determinar la distancia entre dos puntos, ya sea el largo, el ancho, la altura, el desplazamiento de un cuerpo, etcétera. El metro (m) se define como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de $1/299\,792\,458$ de segundos.
- b. Todos los fenómenos que suceden en la naturaleza tienen una duración y es precisamente a esa duración a la que se denomina *tiempo*..
La unidad de tiempo es el *segundo* (s), que se define como la duración de 9192631770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles del estado fundamental del átomo de cesio-133.
- c. La *masa* se emplea para determinar la cantidad de materia de un cuerpo. La unidad de masa es el kilogramo (Kg), es la masa de un cilindro de platino e iridio que se conserva en el museo de pesas y medidas de París. Este cilindro fue fabricado hace 118 años y es la única medida que se basa en un objeto.
- d. La *temperatura* es el calor promedio de un cuerpo. Los sentidos solo indican la cualidad de frío, tibio o caliente; así, si un cuerpo tiene la temperatura elevada se siente caliente y si la tiene baja se siente frío. La unidad de temperatura kelvin (K) es la fracción $1/273.16$ de la temperatura correspondiente al punto triple del agua, en el cual el agua se presenta en sus tres estados (sólido, líquido y gaseoso).
- e. La *corriente eléctrica* se define con base en el efecto magnético que produce la misma corriente eléctrica. La unidad de la intensidad de la corriente eléctrica es el amperio (A), que se define como la intensidad de corriente circulando por dos conductores paralelos, rectilíneos y de longitud infinita, separados por una distancia de un metro en el vacío, produciendo una fuerza entre ellos de 2×10^{-7} N/m.
- f. La *intensidad lumínica* es la intensidad luminosa de una fuente que emite una radiación monocromática.
- g. La *candela* (cd) es la unidad utilizada para medir la intensidad luminosa de cualquier fuente de luz.

- h. El *mol* se define como la cantidad de sustancia que contiene tantas unidades elementales (átomos, moléculas o iones) como átomos hay en 12 gramos del isótopo del carbono 14. La unidad de cantidad de sustancia es el mol (mol).

Una de las características trascendentales del SI es que sus unidades se basan en fenómenos físicos fundamentales, con excepción de la unidad de la magnitud masa, es decir, el kilogramo, definida como: «la masa del prototipo internacional del kilogramo», que es un cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.



Fotografía del cilindro de platino e iridio almacenado en una caja fuerte de la Oficina Internacional de Pesos y Medidas.

ACTIVIDAD 4

Elabore una tabla que describa cada una de las unidades del sistema internacional de unidades especificando el nombre, la unidad y representación.

Nombre	Unidad	Representación

Nombre	Unidad	Representación

ACTIVIDAD 5

Reúnanse en equipos de 3 integrantes e investiguen en diversas fuentes de información las características de medición que debe de tener un campo de futbol oficial, tomen nota de todos los detalles:

- Analicen la información que recabaron entre todos y seleccionen la de mayor confiabilidad y relevancia.
- Busquen en su comunidad un terreno que reúna las condiciones para la construcción de una cancha de futbol.
- Redacten un instructivo para la construcción de la cancha con medidas basadas en el SI.
- Realicen una buena presentación del instructivo y soliciten ayuda a otras personas para que los orienten sobre algún detalle, después entréguelo a su profesor para su evaluación.

ACTIVIDAD 6

Enuncie algunas de las unidades de medición que haya utilizado al menos una vez en su casa:

●●● La medición en el desarrollo social, científico y técnico

Todo lo que existe se conoce como materia. Los objetos, el aire, la luz, el calor, la electricidad y todas las demás formas en que se presenta la energía, se considera un estado especial de la materia, asimismo, el espacio y el tiempo son algunas de las manifestaciones de la propia materia, que no se explican sin su presencia, pues la materia es infinita en el espacio y eterna en el tiempo, ya que no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Gracias a su actividad científica poco a poco el ser humano fue conociendo algunas leyes que determinan a la materia y hasta ahora ha logrado la transformación de la misma en energía y viceversa; pero es importante apuntar que los primeros conocimientos empíricos, nacidos de la práctica y experiencia, se orientaron a conocer las magnitudes de los objetos.

Después de establecer magnitudes para los objetos tangibles terrestres, se han planteado preguntas como: ¿cuántas estrellas hay en el firmamento?, ¿cuál

es el tamaño real del Sol?, ¿a qué distancia se encuentra la Luna del planeta Tierra? En fin, dudas que implicaban la necesidad de conocer las diferentes magnitudes: longitud o distancia, cantidad en número, volumen o tamaño, peso, densidad y otras más.

La magnitud es una propiedad de la materia. Una definición más precisa de magnitud es aquella que explica todo lo que se puede medir, contar o pesar.



Arte rupestre, normalmente vistas en paredes dentro de las cavernas.

La idea que tenía el ser humano en la antigüedad acerca de la magnitud de las cosas se puede notar en el arte prehistórico, ya que en algunas pinturas encontradas en cuevas se puede apreciar que el artista representaba a un animal (un antílope, un mamut) dibujándolo de un tamaño mayor que el suyo. Sin embargo, ¿cómo es que el artista prehistórico pudo observar la diferencia de magnitud entre un animal y un hombre?, ¿cómo se podría relacionar el tamaño de un hombre con el de un animal que estuviera a lo lejos?

Los humanos comenzaron a medir los objetos a través de sus sentidos, pero cada uno en su calidad de ser pensante se dio cuenta de que sus percepciones eran limitadas; distinguían tamaños, colores, formas y distancias, no obstante en algunos casos necesitaban precisar, pues las percepciones son diferentes de una persona a otra y varían según las circunstancias, de modo que dos personas percibirían de manera distinta la distancia entre dos puntos o el tamaño de algún cuerpo.

Por ejemplo, cuando alguien se encuentra con un viajero o turista, es común que le pregunten: ¿qué tan lejos queda tal lugar? Y las personas para no complicarse suelen contestar: “a diez minutos”. Esta respuesta es aceptada porque resulta práctico, pero para fines de medición en el campo de la Física es impropio, dado que la distancia debe medirse con otra distancia o longitud que se tome como referencia. De esta manera, para saber qué tan largo es un cuerpo, se debe comparar con una longitud conocida para tomarla como base y, en ese caso, sí se entenderá qué tan grande es dicho objeto.

Otro ejemplo. Si se requiere saber la duración de un fenómeno: ¿cuánto tardaste en hacer tu trabajo? Y la respuesta es “medio día”, esta idea, aunque no

es muy precisa, es más aceptable, porque la respuesta también está dada con relación al tiempo. Así surgió la necesidad de medir: comparando cualidades de la materia y cuerpos de la misma especie.

Entonces, de acuerdo con lo que los sentidos perciben, se pueden establecer comparaciones. Con base en estas, el ser humano creó conceptos como los de espacio y tiempo. Así se puede decir que la comparación es la base de toda medida y para medir se necesita tener un patrón de referencia.



En física, la distancia es una magnitud escalar, que se expresa en unidades de longitud.

ACTIVIDAD 7

- Elabore un ensayo sobre el origen y evolución de la medición a lo largo de la historia de la evolución de la humanidad.
- Explique brevemente qué entiende por magnitud física y cuál es su importancia para usted.

Cantidades derivadas del sistema internacional de unidades ●●●

A partir de las magnitudes fundamentales surgen otras conocidas como derivadas, que también son importantes para el campo de la Física.

Las unidades derivadas del SI se definen por expresiones algebraicas bajo la forma de productos, divisiones o de potencias de las cantidades básicas del sistema internacional con coeficiente igual a la unidad. Algunas de ellas son:

- Área: determina el espacio que ocupa un cuerpo. La unidad es el metro cuadrado.
- Volumen: determina el espacio que ocupa un cuerpo. La unidad es el metro cúbico.
- Velocidad: es la rapidez de un cuerpo que con movimiento uniforme recorre un metro en un segundo. Su unidad es el metro por segundo.
- Densidad: surgió al observarse que volúmenes iguales de materia diferente tienen distinta masa, de modo que la densidad se define como la masa contenida en la unidad de volumen. Su unidad es el kilogramo sobre el metro cúbico.
- Aceleración: es el incremento de la velocidad en la unidad de tiempo. Su unidad es el metro por segundo cada segundo, es decir, metro por segundo al cuadrado.
- Fuerza: es la causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo que tiene una masa de 1 kilogramo a una aceleración de 1 metro por segundo al cuadrado.
- Presión: es la fuerza de 1 newton ejercida perpendicularmente por un cuerpo sobre una superficie de 1 metro cuadrado. Su unidad es el pascal (ver tabla 1).

Tabla 1. Algunas unidades del SI

Magnitud	Nombre	Símbolo
Área	metro cuadrado	m ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Velocidad	metro por segundo	m/s
Densidad	kilogramo por metro cúbico	K/ m ³
Aceleración	metro por segundo cuadrado	m/s ²
Fuerza	newton (N)	Kg·m/ s ²
Presión	pascal (P)	N/ m ²

Estas son algunas de las unidades derivadas, pero existen muchas más; si logra desarrollar su capacidad de realizar análisis de los sistemas de unidades, luego podrá deducir cuál es la unidad correspondiente a la magnitud física que desea estudiar.

ACTIVIDAD 8

Elabore un mapa conceptual que describa los siguientes componentes: magnitud física y su definición, magnitudes fundamentales y magnitudes derivadas:

La medición y la experimentación ●●●

La medición

La medición consiste en determinar la dimensión de la magnitud de un objeto comparándolo con una unidad de medida preestablecida.

Las magnitudes son cualidades o características de los cuerpos susceptibles de ser medidas o comparadas cuantitativamente con números y con un patrón o unidad básica. Al resultado de medir se le denomina medida.

En el proceso de medición intervienen tres elementos:

1. La propiedad de lo que se desea medir.
2. El instrumento o aparato de medición utilizado.
3. La unidad de medida que se toma como base de comparación.

La unidad de una medición indica su naturaleza y la escala con la cual se calcula; por ejemplo, si se dice que un objeto mide 5, esto no tiene significado, ni sentido físico, pero si se agrega una unidad de medida, para el caso 5 kilogramos, se transformaría en la descripción una magnitud de masa.

La experimentación

La Física se fundamenta en la observación, que consiste no solo en apreciar con exactitud todas las circunstancias que acompañan a un fenómeno, sino también en diferenciar lo esencial de lo secundario, o incluso, de lo que no tiene relación alguna con el hecho observado.

Por tanto, es necesario efectuar numerosas observaciones para poder hacer variar los diversos factores del fenómeno y determinar así el papel que desempeña cada uno de ellos.

En muchos fenómenos no se suele distinguir claramente lo importante de lo secundario, la persona que quiere estudiar dicho fenómeno tiene que

recorrir necesariamente a la experimentación. Esta consiste en efectuar una observación minuciosa del evento, midiendo, diferenciando y simplificando lo más posible cada una de las condiciones del fenómeno.

Una técnica efectiva para estudiar las condiciones o propiedades del evento es hacer variar solo una de las circunstancias, mientras que las restantes permanecen idénticas, para saber, entre las múltiples influencias ejercidas, cuál es la que pertenece exclusivamente al fenómeno observado.

En este contexto los sentidos constituyen los primeros medios de información, pero como son insuficientes para revelar todo lo que existe, el investigador que realiza la experimentación tiene que interpretar mediante el razonamiento lo que observa.

Los experimentos permiten determinar las causas de los hechos observados, o sea, las condiciones indispensables para que estos se produzcan y agrupar de este modo los fenómenos relacionados con una misma causa. Un ejemplo es la bombilla.



El 31 de diciembre de 1879 Thomas Alva Edison presentaba al mundo la primera bombilla eléctrica.

En este sentido, cuando se necesita conocer la causa de un fenómeno se recurre a una hipótesis, que no es más que una presunción de lo que origina el suceso, luego mediante las observaciones, mediciones y descripciones, se anula o se confirma esta hipótesis.

La explicación de varios hechos por la misma hipótesis, o de toda una serie de hechos por un conjunto de hipótesis, lleva a la formulación de una teoría, cuyas consecuencias deben comprobarse mediante la realización de nuevos experimentos.



Galileo Galilei (1564-1642) demostró que los cuerpos, tanto los ligeros como los pesados, pueden caer con la misma rapidez.

Uno de los máximos exponentes de la experimentación fue Galileo Galilei, quien dedicó su vida a la investigación científica, de la cual son resultado sus estudios relacionados con la medición del tiempo, el movimiento, la flotación de los cuerpos y la naturaleza del calor.

Es considerado el creador del método experimental en la Física, por establecer que cualquier afirmación relacionada con algún fenómeno propio de esta materia debería estar basada en experimentos y observaciones detalladas.

El método que Galileo proponía para el estudio de los fenómenos de la naturaleza era contrario a los pensamientos de su época, por eso sus ideas fueron rechazadas, pero esto no le impidió continuar sus investigaciones.

Al estudiar la caída de los cuerpos mediante experimentos y mediciones precisas, Galileo llegó a la siguiente conclusión: si se dejan caer simultáneamente y desde una misma altura un cuerpo ligero y otro pesado, ambos caerán con la misma aceleración, llegando al suelo en el mismo instante.

Para obtener esta conclusión, Galileo subió a lo alto de la torre de Pisa y dejó caer varias esferas de distinto peso, las cuales llegaron al suelo al mismo tiempo.

La experimentación es una práctica científica en la cual se provoca algún fenómeno para observar e interpretar su resultado y así comprobar el grado de validez de una hipótesis.

ACTIVIDAD 9

Realice lo siguiente:

- a. Escriba dos inventos modernos que han sido de beneficio para la humanidad y explique en qué forma la investigación, la medición y la experimentación lograron la funcionalidad de los mismos.

- b. Describa de qué forma la medición y experimentación le han ayudado a implementar soluciones a problemas de su casa.

La medición ●●●

Toda investigación científica de algún fenómeno implica la medición de los componentes que intervienen en el mismo para determinar cantidades de manera objetiva.

Recuerde que la idea de medida es fundamentalmente comparativa, por ejemplo, para medir la longitud de un objeto se desplaza una regla o una cinta métrica graduada sobre el mismo, observando las unidades que se requieren (centímetros, metros u otros) desde el inicio hasta el final del objeto, es decir, que se compara el objeto con el patrón establecido de medición para determinar cuántas unidades y fracciones del mismo incluye.

Existen muchos instrumentos de medición para calcular magnitudes físicas necesarias para obtener información precisa en el análisis de los fenómenos, algunos de los instrumentos más empleados en laboratorios de Física son los siguientes:



Cronómetro
analógico



Cronómetro
digital



Flexómetro



Termómetro



Probeta



Balanza



Vernier



Palmer

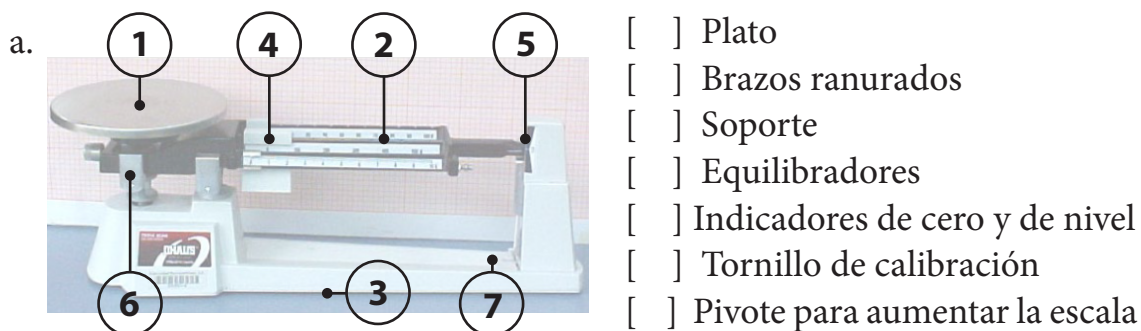
La medición permite tener datos que ayudan a comprender hechos concretos, es decir, esta información es vital para describir hechos o fenómenos y fundamentalmente para predecir comportamientos en la experimentación, sin embargo, se debe tomar en cuenta que si el instrumento de medición que se posee no es el más adecuado para medir el objeto, el proceso de medir se convierte en el primer problema por resolver.

Medición directa e indirecta

- La medición directa es aquella que se realiza utilizando un instrumento de medición de magnitud; por ejemplo, para medir la longitud de una cuerda se realiza una medición directa con una regla graduada, el voltaje con un voltímetro, presión con un manómetro, etc.
- Una medición indirecta es aquella que resulta de vincular mediciones a través de relaciones matemáticas, generalmente presupone una directa y un cálculo matemático; por ejemplo, la potencia eléctrica medida en un motor se mide a través del voltaje y la corriente medida con un voltímetro y un amperímetro, respectivamente, o para medir el área de un triángulo se determina la longitud de la base y altura con una medición directa y el empleo de la fórmula: $A = \frac{(b \times h)}{2}$

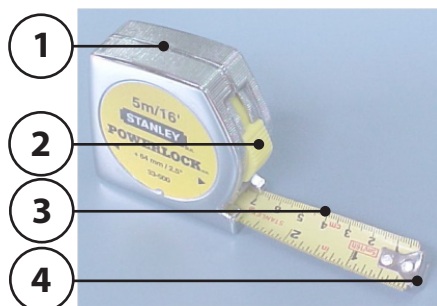
ACTIVIDAD 10

Observe cada una de las imágenes y señale sus partes principales relacionando el número con el nombre de cada una de ellas:



¿Qué se mide con la balanza? _____

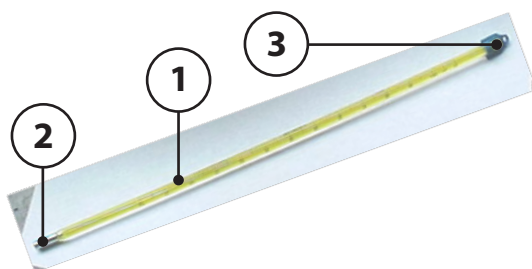
b.



- ☐ Cuerpo
- ☐ Seguro
- ☐ Clip (indicador de cero)
- ☐ Cinta con escalas

¿Qué se mide con el flexómetro? _____

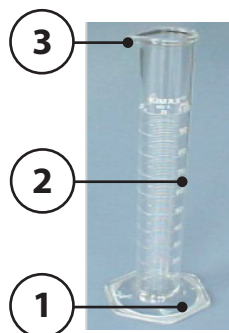
c.



- ☐ Cuerpo con escalas
- ☐ Bulbo de mercurio
- ☐ Capilar

¿Qué se mide con el termómetro? _____

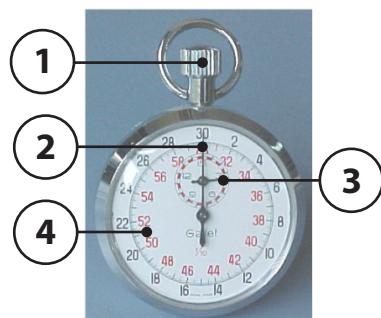
d.



- ☐ Base
- ☐ Cuerpo con escalas
- ☐ Dosificador

¿Qué se mide con la probeta? _____

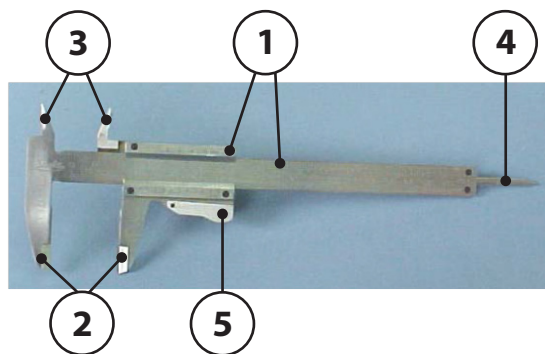
e.



- ☐ Perilla de inicio, paro, cero, cuerda
- ☐ Segundero
- ☐ Minutero
- ☐ Escalas y Carátula

¿Qué se mide con el cronómetro? _____

f.



- [] Regla y escalas
- [] Indicador de espesor
- [] Indicador de interiores
- [] Indicador de profundidades
- [] Clip

¿Qué se mide con el vernier? _____

ACTIVIDAD 11

- a. Con el vernier mida la altura, los diámetros interior y exterior de un cilindro y el diámetro de una esfera. Anote en una tabla los valores obtenidos. Puede utilizar como el cilindro una pieza de tubo y por esfera un mable. Establezca otro procedimiento de medición de no contar con un vernier.

- b. Con la balanza mida la masa promedio de diez tapones de plástico y las masas del cilindro y de la esfera. Anote la medida de cada uno de los tapones en una tabla y obtenga el promedio aritmético, esa será la masa promedio.

c. Con el flexómetro mida el largo y el ancho de la mesa y encuentre su área.

d. Calcule el volumen de una pelota de futbol, suponiendo que es una esfera.

e. ¿Con qué instrumento le fue más difícil escribir un dato preciso?

Valor central e incertidumbre absoluta ●●●

Al medir la longitud de una cuerda, se compara con un flexómetro o una cinta métrica y luego se lee en la escala la medida; por otro lado, al medir la velocidad de un caballo de carrera, se compara el tiempo que tarda en recorrer una determinada distancia con el intervalo de tiempo registrado por un cronómetro y después se calcula el cociente de la distancia recorrida entre el valor leído en el cronómetro.

Las mediciones anteriores están sujetas a una serie de factores que influyen en los resultados obtenidos y se producen incertezas. Por ejemplo, cuando se mide la temperatura de un cuerpo, este se pone en contacto con un termómetro,

pero cuando este toca la superficie, hay un intercambio de energía en forma de calor entre el cuerpo y el termómetro, dando como resultado un pequeño cambio en la temperatura de ambos. Así, el instrumento de medida afecta de algún modo a la magnitud o variable que se desea medir.

En consecuencia, toda medición es una aproximación al valor real y por lo tanto siempre tendrá asociada una incerteza denominada incertidumbre.

Todas las mediciones tienen asociada una incertidumbre que puede deberse a los siguientes factores:

- El operador que realiza la medición.
- La naturaleza de la magnitud que se mide.
- El instrumento que es utilizado para realizar la medición.
- Las condiciones externas.
- La unidad o patrón de la comparación.

Cada uno de estos factores constituye por separado una fuente de incertidumbre y contribuye en mayor o menor grado a la incertidumbre total de la medida. La tarea de detectar y evaluar las incertidumbres no es simple e implica conocer diversos aspectos de la medición.

La causa por la que estos factores intervienen en la medición se debe a las interacciones existentes entre ellos, es decir, la interacción operador-instrumento, instrumento- sistema de estudio, objeto-operador, etc.

Debido a las interacciones previamente nombradas entre el observador, instrumento, objeto a medir, etcétera, no es posible que alguna medición realizada conduzca a un número exacto, por tanto, toda medición debería estar acompañada de un margen de error de la medida. Este margen de error es llamado incertidumbre absoluta.

Retomando la idea de las medidas desde un ejemplo cotidiano, analice la siguiente situación: dos amigas hacen una cita, le dice una a la otra: nos vemos en Plaza Miraflores más o menos a las tres, pero, ¿qué significa ese más o menos? Bueno, que quedaron de verse a las tres y que posiblemente alguna llegue entre diez y quince minutos tarde, por lo tanto, se sabe que posiblemente una de las dos amigas tendrá que esperar o llegar temprano.

Suponga que el tiempo de diferencia entre la hora concertada y la de llegada es de diez minutos. Un investigador que esté estudiando Física podría o sea, que el tiempo de llegada que asigna sería entre 2:50 y 3:10, lo que en Física se escribiría como:

$$3:00 \pm 0:10$$

Donde:

3:00 \rightarrow es el valor central

$\pm \rightarrow$ más o menos

0:10 \rightarrow es la incertidumbre absoluta

La incertidumbre absoluta, junto con el valor central, son cantidades que brindan un espectro de posibles medidas.

Cálculo de la incertidumbre absoluta

Cuando se realizan medidas de una misma magnitud y se obtienen los mismos resultados, no se puede concluir que la incertidumbre sea cero; lo que sucede es que los errores quedan ocultos, ya que son menores que la incertidumbre asociada al aparato de medición, a las condiciones del ambiente o al investigador.

En este caso, puede establecerse un criterio simple y útil: cuando las medidas son iguales, *se asigna una incertidumbre igual a la mitad de la división más pequeña del instrumento* (para calcular este valor se toman dos unidades consecutivas, luego se resta el valor menor del mayor y esta diferencia se divide entre dos).

Por ejemplo, al medir con un instrumento graduado en mililitros repetidas veces el volumen de un recipiente se obtiene siempre 35.0 ml, la incertidumbre será 0.5 ml, $[(2 - 1)/2 = 0.5]$; lo que significa que la medición está entre 34.5 a 35.5 ml, a este se le conoce como intervalo de confianza de la medición y su tamaño es el doble de la incertidumbre. Esto generalmente se aplica cuando se trata de aparatos de medición, como reglas, transportadores, balanzas, probetas, manómetros, termómetros, etc.

Regla para expresar una medida

Toda medida debe de ir seguida por la unidad de la variable que se mide y se expresa de la forma: $x = \bar{x} \pm \Delta x$,

Donde:

- x representa el valor de la medida.
- \bar{x} representa el valor central de la medición, que es la suma de todas las medidas entre el número total de ellas.
- Δx representa la incertidumbre.

De manera que la medición está comprendida entre el intervalo:

$$\bar{x} - \Delta x, \bar{x} + \Delta x$$

El resultado final de la medida de una magnitud puede escribirse como:

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

El símbolo “ \pm ” determina los límites dentro de los cuales está la magnitud medida. El signo “+” indica el límite por la derecha de la medida (error por exceso) y el signo “-” el límite por la izquierda (error por defecto).

Recordando el ejemplo anterior, el volumen del recipiente está comprendido en el intervalo [34.5 ml, 35.5 ml] y se debe reportar como volumen:
 $= 35.0 \pm 0.5$ ml.

Incertidumbre relativa

Representa qué proporción del valor reportado es dudosa. En este texto se utilizará el símbolo Δr inmediatamente antes del símbolo que represente a la variable de interés para representar la incertidumbre relativa. Para ilustrar más claramente este concepto, analice los siguientes ejemplos.

La longitud de un lápiz es de 8.0 cm, la altura de una puerta 210.40 cm, como los dos objetos están medidos con un flexómetro, las incertidumbres absolutas de ambas mediciones serán idénticas y la medida de cada uno es la siguiente:

Largo del lápiz: $l = \bar{l} \pm \Delta l = (8.00 \pm 0.05) \text{ cm}$

Alto de la puerta: $l = \bar{l} \pm \Delta l = (210.40 \pm 0.05) \text{ cm}$

Entonces:

La incertidumbre relativa del largo del lápiz es: $\Delta r = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.05 \text{ cm}}{8.00 \text{ cm}} = 0.0625$

La incertidumbre relativa del largo de la puerta es: $\Delta r = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.05 \text{ cm}}{210.40 \text{ cm}} =$
 $= 0.000238$

Como puede apreciarse, las incertidumbres relativas no tienen unidades y dependen de la magnitud de la variable medida. Mientras mayor sea el valor central, menor será la incertidumbre relativa (para incertidumbres absolutas iguales).

Incertidumbre porcentual

También representa qué proporción del valor reportado es dudosa, pero en este caso en tanto por ciento. Se utilizará el símbolo $\Delta\%$ inmediatamente antes del símbolo que represente a la variable de interés para representar la incertidumbre porcentual.

Tomando en cuenta que Δx representa la incertidumbre absoluta y x representa el valor central de la medición, entonces $\Delta x/x$ representa la incertidumbre relativa al valor central y $\Delta\% = \Delta x/x (100\%)$ representa la incertidumbre relativa porcentual.

Retomando los ejemplos del largo del lápiz y el alto de la puerta, la incertidumbre porcentual se representa así:

La incertidumbre porcentual del largo del lápiz es:

$$\Delta\% = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.05\text{cm}}{8.00\text{cm}} (100\%) = 6.25\%$$

La incertidumbre porcentual del alto de la puerta es:

$$\Delta\% = \frac{\Delta l}{l} = \frac{0.05\text{cm}}{210.40\text{cm}} (100\%) = 0.0238\%$$

En todas las mediciones, la incertidumbre siempre debe ser menor que el valor medido. La incertidumbre porcentual refleja la calidad de la medición.

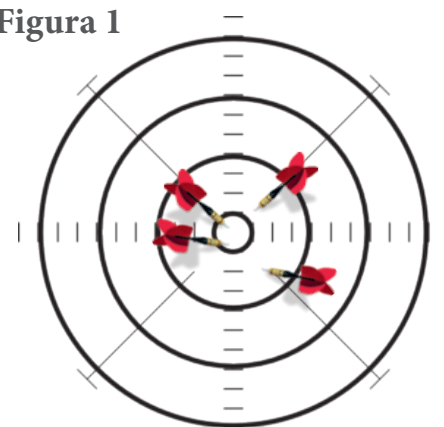
Precisión de una medida

Otro término que escuchará con respecto a los experimentos y los resultados experimentales es la precisión a largo plazo. La precisión es el grado de exactitud con el que se mide una cantidad. Se refiere a la repetitividad de la medición. La precisión de las mediciones está relacionada con los errores cometidos en la obtención de las mismas.

Una idea ilustrativa de precisión se observa claramente con el ejemplo de la diana, que es un instrumento redondo que tiene anillos concéntricos, usado para el lanzamiento de tiro al blanco con dardos (ver figura 1). En el ejemplo, lo que se quiere es lanzar los dardos de tal forma que acierten en el blanco (centro de la diana). Este centro se considera como el valor verdadero de una medida, denotado por x en la figura. En las cuatro dianas se representa cómo se distribuyeron los repetidos lanzamientos en los círculos concéntricos.

En la diana los lanzamientos fueron muy precisos, ya que el margen de error fue pequeño y cayeron muy cercanos unos de otros. Esto significa que el error fue pequeño. Sin embargo, a pesar de la gran precisión, la exactitud fue muy baja, ya que el valor promedio de los lanzamientos está alejado del valor real, que en el caso de la diana es el centro. La *precisión* de un resultado es una medida de la reproductividad de una observación, es decir, de cuán bien se puede reproducir el resultado,

Figura 1



Puntos de impacto de los dardos en la diana.

independientemente de lo cerca que se encuentre del valor verdadero. Al error asociado se le denomina incertidumbre de un resultado.

La *exactitud* es una medida de lo correcta que es una observación, o sea cuán cerca está del valor verdadero.

ACTIVIDAD 12

- a. Después de medir varias veces el largo de un terreno con un flexómetro se obtuvo una medida de 300 metros. Determine el valor de esa medida incluyendo el intervalo de incertidumbre y la incertidumbre porcentual.

- b. Forme un equipo de tres integrantes y analice las recomendaciones generales para la realización de las prácticas y elaboración de informes.

LABORATORIO DE FÍSICA

Realización de las prácticas y elaboración de informes

Recomendaciones generales

Las siguientes recomendaciones tienen como finalidad ayudarle en la realización de cualquier sesión de laboratorio:

1. Previamente a la realización de las prácticas deberá haber estudiado y entendido los apartados, medición y valor central e incertidumbre absoluta de este libro de texto.
2. Todos deben tener una calculadora y un cuaderno de laboratorio en donde anotar todo lo necesario para la correcta realización de las mismas.
3. Se debe leer el contenido de la práctica correspondiente, con el fin de conocer los objetivos que se persiguen y los procedimientos de medida para cada experimento, antes de realizar la práctica de laboratorio.
4. Se debe identificar el material correspondiente a cada práctica y asegurarse de conocer su funcionamiento antes de utilizarlo.

Presentación y tratamiento de los resultados obtenidos en las prácticas

1. Todos los resultados deben de ir acompañados de sus unidades.
2. Se deben presentar los resultados en tablas, lo cual facilita el análisis y comparación de los mismos. Cuando se presentan los resultados en tablas, las unidades se indican una única vez en la cabecera de la tabla, normalmente al lado de la variable.
3. Todos los resultados numéricos deben ser expresados con su incertidumbre ($x \pm \Delta x$), para el cálculo de incertidumbres consultar el libro de texto.

4. Dado que toda medida está afectada de una cierta incertidumbre, no tiene sentido expresarla con demasiados dígitos. La eliminación de dígitos se conoce como redondeo.
5. Una vez que se ha llegado al resultado final ($x \pm \Delta x$), hay que redondear en primer lugar la incertidumbre (Δx) a una única cifra significativa (distinta de cero), siempre por exceso. Por ejemplo, una incertidumbre de 0.43 pasaría a 0.5 y una de 38.5 pasaría a 40.

Redacción de informes de laboratorio

1. El informe de una práctica no debe consistir únicamente en reflejar los resultados con sus incertidumbres, sino que se debe complementar con todo lo necesario para que pueda ser comprendido por cualquier persona ajena al laboratorio.
2. Se recomienda que la presentación del mismo se realice en hojas blancas escritas a mano, en bolígrafo negro o en computadora. El informe deberá ir grapado en el extremo superior izquierdo o encuadernado en subcarpetas.
3. El informe ha de contar con secciones claramente diferenciadas para dar orden y claridad a la experiencia realizada en el laboratorio.

Secciones de un informe

1. Introducción y objetivos: se debe especificar qué magnitud o magnitudes se pretenden determinar, haciendo una pequeña introducción teórica.
2. Método experimental: se debe detallar el procedimiento utilizado para realizar cada medida, especificando los aparatos empleados. En caso necesario se presentará un esquema o dibujo para visualizar mejor el montaje experimental.
3. Resultados experimentales y tratamiento de datos: aquí se incluye el cálculo de magnitudes y de sus incertidumbres correspondientes, especificando claramente los pasos intermedios (cálculo de magnitudes derivadas y operaciones matemáticas en general). Se recomienda presen-

tar los resultados en tablas. Por último, se debe expresar cada magnitud y su incertidumbre con sus unidades y redondeos correspondientes. En caso de que la práctica requiera efectuar ajustes con la computadora, estos deben ser adjuntados al informe de la misma.

4. Conclusiones: finalmente debe hacerse una pequeña valoración del resultado obtenido, comentando las incidencias que hayan podido suceder durante la realización de la práctica y que hayan podido afectar a la calidad de las medidas.

Incertidumbre instrumental

Imagine que un investigador realiza una única medida o que realiza varias mediciones en el mismo objeto y en todas el resultado es el mismo, lógicamente, existe una incertidumbre que estará determinada por el aparato de medida, en este caso se adopta la incertidumbre como la *sensibilidad* del instrumento, es decir, la mínima magnitud que puede diferenciar el aparato de medida.

El aparato o instrumento de medición indica la magnitud de la cantidad medida por medio de algún sistema indicador y para realizar de la mejor forma esta tarea, es necesaria su calibración, que consiste en obtener la relación funcional entre la magnitud medida y la indicación, mediante la comparación directa o indirecta con la referencia o patrón.

Por ejemplo, un instrumento mal calibrado, como un termómetro que lee 100.1 °C cuando está sumergido en agua hirviendo y 0.1 °C cuando está sumergido en agua helada a presión atmosférica, producirá mediciones que son consistentemente demasiado altas.

Al utilizar un instrumento cualquiera se debe dedicar unos instantes a conocerlo y familiarizarse con su escala para entender las mediciones que se realizarán con él.

Tipos de instrumentos

En general, se distinguen dos tipos de instrumentos:

- Continuos: los que permiten realizar una lectura incluyendo entre dos divi-

siones mínimas sucesivas de la escala, como el flexómetro, la balanza u otros instrumentos analógicos (multímetro de aguja, etc.).

- Discretos: los que solo permiten leer hasta una unidad de la mínima división de escala, como el cronómetro, el vernier y los instrumentos digitales.

ACTIVIDAD 13

Elabore un instrumento de medición atendiendo el procedimiento sugerido para construirlo:

- Listar las variables que se pretende medir u observar.
- Revisar su definición conceptual y comprender su significado.
- Revisar cómo han sido definidas operacionalmente las variables. Esto implica comparar los distintos instrumentos o maneras utilizadas para medir las variables (comparar su confiabilidad, validez, objetos a los cuales se les aplicó, facilidad de administración, veces que las mediciones han resultado exitosas y posibilidad de uso en el contexto de la investigación).
- Se debe asegurar de tener un número suficiente de objetos para medir todas las variables en todas sus dimensiones.
- Elegir el instrumento o los instrumentos (ya desarrollados) que hayan sido favorecidos por la comparación y adaptarlos al contexto de la investigación. Para este caso solo deben seleccionarse instrumentos cuya confiabilidad y validez se reporte. No se puede confiar en una forma de medir que carezca de evidencia clara y precisa de confiabilidad y validez. Cualquier investigación formal reporta la confiabilidad y validez de su instrumento de medición.
- Sea creativo.

Cifras significativas

Al momento de expresar una medición esta debe ser lo más precisa y exacta posible, es decir, que debe ser expresada con sentido físico. En este sentido, una forma de reportar las mediciones es haciendo uso de las cifras significativas de los números, que son todos aquellos dígitos cuyos valores se conocen con certeza. Generalmente, en las medidas realizadas en un laboratorio, los dígitos serán significativos cuando estén dados por la apreciación del instrumento.

Para estimar la cantidad de cifras significativas de un número, siga las siguientes indicaciones:

1. Se cuentan todos los dígitos independientemente del punto decimal, por ejemplo:

3.1456 —————> tiene cuatro cifras significativas

1.2 —————> tiene dos cifras significativas

2. Se cuentan los ceros como cifras significativas cuando forman parte del número, en otras palabras, los ceros que están entre los dígitos. Ejemplos:

3.05006 —————> tiene seis cifras significativas

20.53 —————> tiene cuatro cifras significativas

3. Los ceros a la izquierda del número no se cuentan como cifras significativas, solo los que se encuentran a la derecha del mismo. Ejemplos:

0.045 —————> tiene dos cifras significativas

4.500 —————> tiene cuatro cifras significativas

Considérense los siguientes ejemplos:

1. Si la longitud de un objeto se registró como 15.7 cm, con una incertidumbre de 0.1 cm (1 mm), su valor real cae entre 15.6 cm y 15.8 cm. Si la medida se hiciera con una incertidumbre de 0.01 cm (0.1 mm), se tendría que haber registrado como 15.70 cm. El valor 15.7 cm. representa una medición con tres cifras significativas (1, 5 y 7), mientras que el valor 15.70 cm. representa una medición con cuatro cifras significativas (1, 5, 7 y 0).

2. Los ceros que tienen dígitos solamente a su derecha presentan el problema de que pueden o no ser significativos. Por ejemplo: 4.0000 tendría en principio cinco cifras significativas, pero dependiendo del instrumento con el que se tomó la medida, serán cinco o menos. Asimismo, si 4.0000 mm corresponde a una magnitud del diámetro de una esfera, medida con un vernier y considerando que la apreciación del vernier es de ± 0.005 mm, entonces los ceros a la izquierda de 4 serán significativos solo hasta el tercero, de izquierda a derecha, dados por la incertidumbre del vernier que solo arroja cifras hasta tres cifras decimales, es decir, el último cero no es significativo.

Redondeo

La incertidumbre de una medida está implícita en el último o últimos dígitos. Un número se puede redondear a ciertas cifras, prescindiendo de uno o más de sus últimos dígitos, tomando en cuenta las siguientes reglas:

- Regla 1: si el dígito siguiente a la cifra de aproximación pedida es mayor o igual que 5, se suma 1 al dígito que ocupa la posición de la aproximación pedida.

Ejemplo 1: Redondear 2.26521 a centésimas:

El dígito que ocupa el lugar de las centésimas es 6, el siguiente número es 5 (mayor o igual que 5), por lo tanto: se suma 1 al 6 ($1+6=7$).

Entonces: $2.26521 \approx 2.27$

Ejemplo 2: Redondear -25.3237 a milésimas:

El dígito que ocupa el lugar de las milésimas es 3, el siguiente número es 7 (mayor que 5), por lo tanto: se suma 1 al 3 ($1+3=4$).

Entonces: $-25.3237 \approx -25.324$

- Regla 2: si el dígito siguiente a la cifra de aproximación pedida es menor que 5, se eliminan todos los dígitos posteriores a la cifra de aproximación pedida.

Ejemplo 1: Redondear 1.54832 a milésimas

El dígito que ocupa el lugar de las milésimas es 8, el siguiente número es 3 (menor que 5), por lo tanto: se eliminan todos los dígitos posteriores.

Entonces: $1.54832 \approx 1.548$

ACTIVIDAD 14

a. Redondear a décimas cada expresión decimal:

- 0.4568 \longrightarrow _____
- 1.234268 \longrightarrow _____
- 5.28149 \longrightarrow _____
- 2.35145 \longrightarrow _____
- 89.5555 \longrightarrow _____
- 0.12345 \longrightarrow _____
- 0.54321 \longrightarrow _____

b. Redondear a centésimas las expresiones decimales del inciso a:

- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____
- _____ \longrightarrow _____

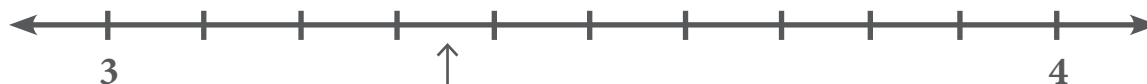
c. Redondear a milésimas las expresiones decimales del inciso b:

- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____
- _____ → _____

Incertidumbre absoluta a criterio del investigador

Con frecuencia, los instrumentos de medición condicionan la incertidumbre de una medida, sin embargo, la calidad de un instrumento de medición no necesariamente garantiza una buena calidad en una medida. Por ejemplo, la mínima división en la escala de un flexómetro es 100 veces mayor que la del micrómetro y, sin embargo, con ambos instrumentos se puede obtener en muchos casos medidas con precisión similar.

Por supuesto, la situación puede ser distinta de un caso a otro; indiscutiblemente, la regla métrica queda en una posición desventajosa frente al micrómetro si se trata de medir, para el caso, el espesor de una tarjeta de crédito. En la práctica, pueden lograrse divisiones muy finas en la escala de un instrumento de medición, pero esto no significa que si se continúa con el proceso de subdividir la escala, la incertidumbre absoluta se reducirá a cero. Porque además del reducido tamaño de la figura de la escala, la agudeza visual de quien mide, el proceso de medición y las condiciones de iluminación, son factores adicionales de los cuales dependerá la medida. Por tanto, la incertidumbre que provoca el investigador es muy considerable en estos casos. Por ejemplo, observe la figura de abajo:



Al observar nuevamente la figura nadie podría contradecir que el valor real de la medida está entre 3.3 y 3.4 cm, lo cual se puede expresar también como 3.36 ± 0.05 cm y se tendría un valor central y una incertidumbre absoluta. Sin embargo, según esta línea de razonamiento, 3.37 cm sería también el valor central aunque contradiga la primera medición que también trata de representarla lo más fiel posible.

Para resolver esta situación se propone lo siguiente: hacer una sola medición directa de una cantidad cuyo resultado se reportará a otras personas, se debe dar como valor central de la medida aquel que se obtiene tomando en cuenta la marca más próxima de la escala del instrumento de medición y aplicar redondeo cuando el puntero indicador esté ubicado a la mitad de dos marcas consecutivas.

Para casos como estos, es el criterio del investigador el que debe prevalecer a la hora de reportar la incertidumbre de la medida. En la práctica, cada situación particular debe evaluarse en forma individual y obviamente, en la medida de lo posible, el instrumento seleccionado para la realización de la medición debe tener las características apropiadas para medir la propiedad que se desea cuantificar.

ACTIVIDAD 15

Práctica 1

1. Realice cada medida señalada en la pieza con las letras a, b, c_1 , c_2 , L, utilizando el instrumento que se le indica en la tabla 1:

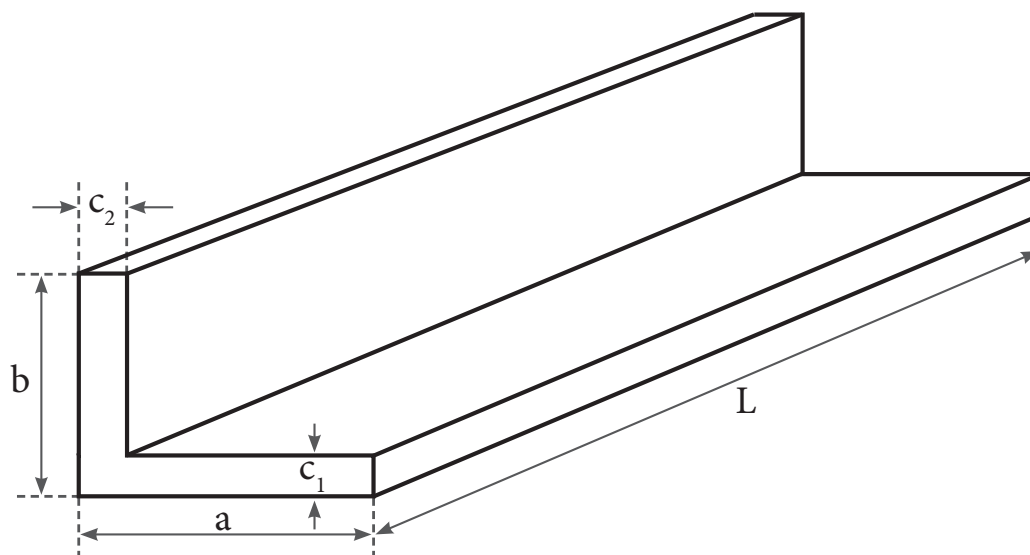


Tabla 1. Incertidumbres

Instrumento	Incertidumbre (mm)
Flexómetro	
Regla	
Vernier	

Tabla 2. Medidas

Instrumento	a	b	c ₁	c ₂	L
Flexómetro					
Regla					
Vernier					

2. Elabore el informe correspondiente a la práctica.

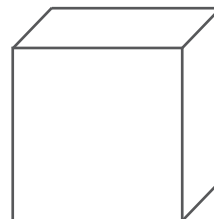
Propagación de incertidumbres en medidas indirectas

Recuerde que al determinar indirectamente la magnitud de una cantidad se involucra mediante una ecuación, fórmula y cálculo matemático otras medidas a las cuales se les ha asignado su respectiva incertidumbre absoluta.

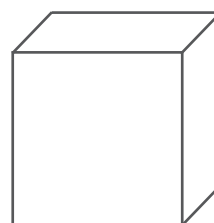
En tal sentido, es razonable pensar que la magnitud de otra cantidad calculada tenga también una incertidumbre producto de las incertidumbres originales. El hecho de que las incertidumbres de las medidas originales se transfieran a cualquier medida indirecta que las involucre, es conocido como propagación de incertidumbres.

ACTIVIDAD 16

1. Con el vernier u otro instrumento, mida las tres dimensiones de un cubo (dado) y expréselas correctamente:



2. Calcule el volumen del cubo teniendo en cuenta todas las reglas de redondeo, cifras y operaciones entre cantidades con sus incertidumbres. Tenga en cuenta las unidades para que exprese el resultado en cm^3 :



3. Use la balanza para medir la masa de cubo y escriba adecuadamente la medida:

Área reservada para escribir la medida de la masa del cubo.

4. Calcule la incertidumbre porcentual de cada medida:

Área reservada para escribir el cálculo de la incertidumbre porcentual.

5. Use el palmer u otro instrumento para medir el diámetro de una esfera (pelota) de cristal. Exprese la medida adecuadamente:

6. Use la balanza para hallar la masa de la esfera. Escribala adecuadamente:

7. Calcule el volumen del cubo, teniendo en cuenta todas las reglas de redondeo, cifras y operaciones entre cantidades con error. Tenga en cuenta las unidades para que exprese el resultado en cm^3 :

8. Mida el diámetro externo y el diámetro interno de un disco compacto o CD, usando el vernier u otro instrumento y mida el espesor usando el palmer u otro instrumento:

9. Calcule la incertidumbre porcentual de cada medida:

10. Escriba sus propias conclusiones de la práctica, así como las causas de error en las medidas tomadas:

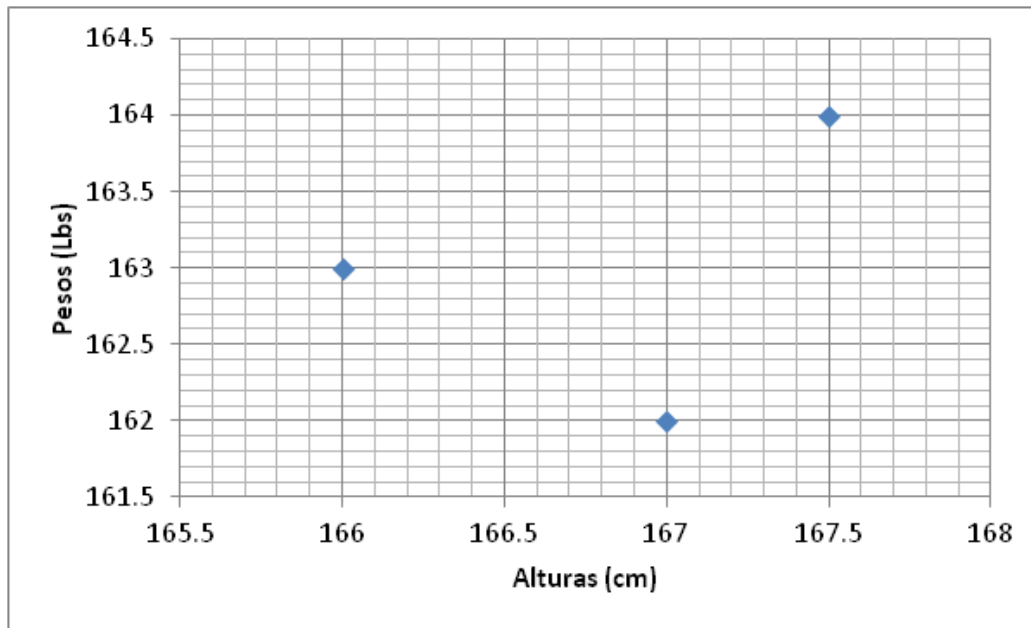
Informe

El informe escrito de esta práctica debe incluir: portada, relato o descripción de la toma de medidas, datos y operaciones correspondientes a cada numeral, cálculos a mano de los valores pedidos en el desarrollo de la práctica, conclusiones y causas de error.

Gráfica de puntos experimentales

Consiste en una representación visual de los fenómenos estudiados. En la gráfica 1 se muestran los pesos y estaturas de algunos estudiantes, gráficamente se vería así:

Gráfica 1. Altura versus peso



Nótese que en la gráfica 1 coincide en un punto la altura de un estudiante de 166 centímetros con el peso de 163 libras, la altura de otro estudiante es de 167 centímetros y pesa 162 libras; cada punto en la gráfica establece una relación de dos medidas en la que intervienen dos variables.

Para construir un gráfico de puntos experimentales se debe hacer lo siguiente:

1. Dibujar una cuadrícula graduada con los valores obtenidos.
2. Ubicar horizontalmente una de las medidas.
3. Ubicar verticalmente la otra medida.
4. Hacer coincidir las medidas ordenadas con su respectivo par.

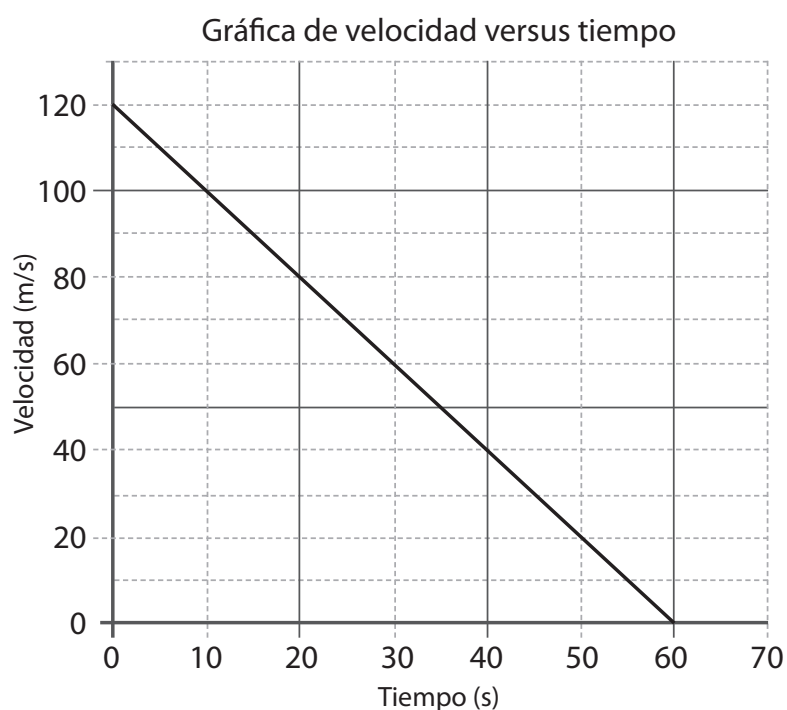
Es conveniente elaborar una tabla de valores, para ordenar cada una de las variables que intervienen en la medición que se desea analizar. Observe el siguiente ejemplo:

Se mide la velocidad de un automóvil en marcha a partir de un punto en su recorrido, al iniciar el conteo en el cronómetro se marca una velocidad de 120 metros por segundo en el velocímetro, luego se realizan las siguientes lecturas:

- a los 10 segundos se indica 100 m/s
- a los 20 s se registra 80 m/s
- a los 30 s marca 60 m/s
- a los 40 s señala 40 m/s
- a los 50 s marca 20 m/s
- a los 60 s el automóvil se detiene por completo

Tabla 1. Registro de la velocidad del automóvil

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	120
10	100
20	80
30	60
40	40
50	20
60	0



ACTIVIDAD 17

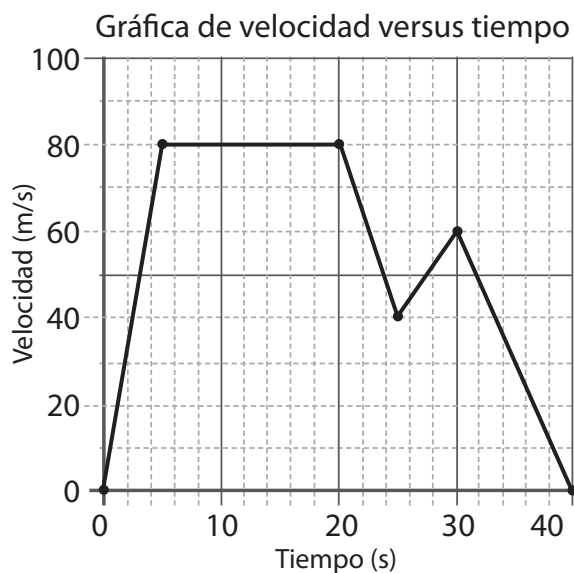
1. Los datos de la siguiente tabla representan el movimiento de un camión repartidor en la carretera, elabore una gráfica:

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	20
10	20
20	20
30	-20
40	-60
50	-60
60	-60
70	0
80	0
90	0



2. La siguiente gráfica muestra el movimiento de un tren. Elabore una tabla de valores que contenga las dos variables: tiempo y velocidad:

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)



Regresión lineal

En Física, con mucha frecuencia es necesario resolver problemas que implican conjuntos de variables, cuando se sabe que existe alguna relación entre ellas.

Cuando simultáneamente se observan dos variables surgen preguntas y problemas específicos, entonces se emplearán procesos estadísticos descriptivos y técnicas de estimación para contestar esas preguntas y técnicas de contraste de hipótesis específicos para resolver dichos problemas. La mayoría de estos métodos están encuadrados en las técnicas de regresión lineal y correlación.

La correlación y regresión lineal comprenden el análisis de los datos de una muestra para saber qué es y cómo se relacionan entre sí dos o más variables. El análisis de correlación produce un número que resume el grado de la fuerza de relación entre dos variables y el análisis de regresión da lugar a una ecuación matemática que describe dicha relación.

La técnica de regresión lineal está indicada cuando se pretende explicar una variable cuantitativa en función de otra variable descriptiva y cuantitativa a la vez, llamada variable independiente. Por ejemplo, se podría intentar explicar el peso de una persona en función de la altura; el modelo intentaría aproximar la variable respuesta mediante una función lineal de la variable descriptiva.

La finalidad de una ecuación de regresión lineal es estimar los valores de una variable con base en los valores conocidos de la otra o para explicar los valores de una variable en términos de otra. El análisis de regresión únicamente indica qué relación matemática podría haber, de existir una.

Una de las suposiciones que se realizan al aplicar las técnicas de regresión lineal es la siguiente: el modelo propuesto es lineal, es decir, existe relación lineal entre las variables como la siguiente:

$$Y = \beta_0 + (\text{Variable descriptiva}) \cdot \beta_1 + u$$

Donde:

- β_0 el término independiente (constante)
- β_1 el coeficiente de regresión de la variable descriptiva (pendiente)
- u es una variable aleatoria que se llama error residual

En este sentido, la regresión lineal comprende el intento de desarrollar una línea recta o ecuación lineal que describa la relación entre dos variables. La regresión puede ser utilizada de diversas formas. Se emplean en situaciones en la que las dos variables miden aproximadamente lo mismo, pero en las que una variable es relativamente costosa, o por el contrario, es poco interesante trabajar con ella, mientras que con la otra variable no ocurre lo mismo.

Antes de empezar con el estudio de la regresión lineal es necesario recordar algunos elementos de las ecuaciones lineales:

Una ecuación lineal tiene la forma: $y = mx + b$

Donde:

- "b" es el intercepto en el eje y
- "m" es la pendiente de la recta
- "y" es un valor pronosticado para un valor seleccionado de x

La forma general de la ecuación de regresión lineal simple es:

$$y = \beta_0 + x\beta_1$$

Donde:

"y" es el valor pronosticado de la variable Y para un valor seleccionado de X

β_0 es la ordenada de la intersección con el eje Y, es decir, el valor estimado de Y cuando $X = 0$

β_1 es la pendiente de la recta

"x" es cualquier valor seleccionado de la variable independiente.

Con esta expresión se hace referencia al proceso matemático que sirve para ajustar una línea recta a través de un conjunto de datos con dos variables asentadas en una gráfica. Dicha línea se conoce como *línea de regresión simple*.

El primer paso es recoger datos experimentales correspondientes a n individuos con información de dos variables cuantitativas: una de ellas se considera variable descriptiva (x) y la otra se considera variable respuesta (y).

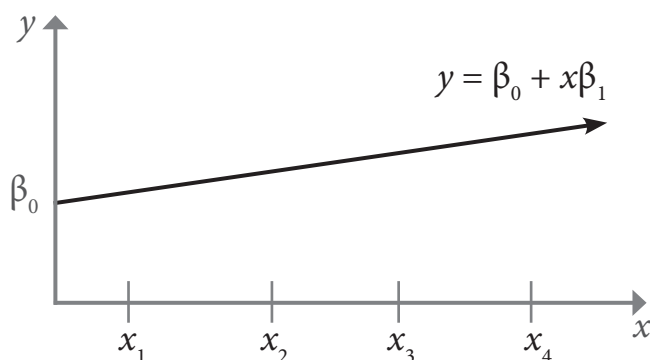
El modelo que se asume es:

$$y = \beta_0 + x\beta_1$$

Si el interés es conocer la relación que une a x con y , entonces se debería estimar los parámetros desconocidos. Para entender mejor analice el siguiente ejemplo:

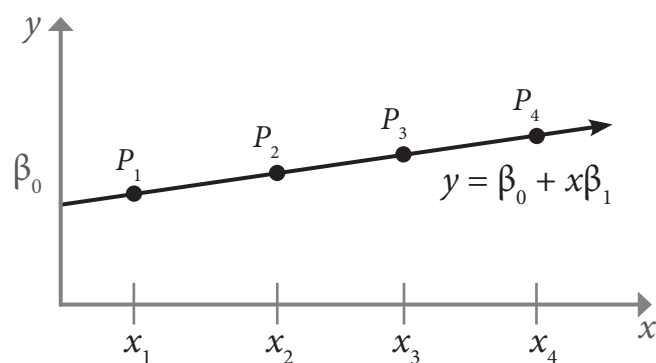
Suponga que se tiene una muestra de 4 observaciones de (x,y) y que la variable y es una función lineal de otra variable x , donde la relación entre x e y depende de los parámetros β_0 y β_1 desconocidos (ver gráfica 1).

Gráfica 1



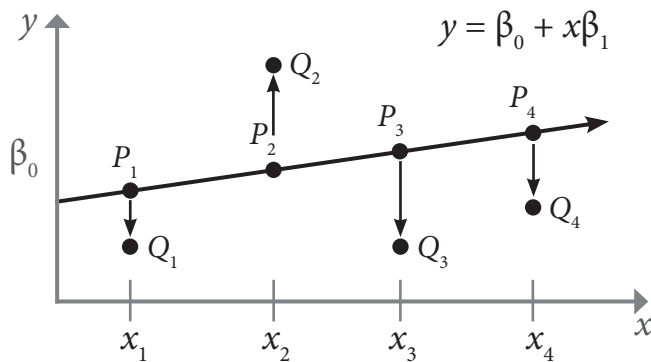
Si la relación entre x e y es exacta, solo bastarían dos puntos para hallar una solución para los parámetros β_0 y β_1 (ver gráfica 2).

Gráfica 2



Sin embargo, las relaciones entre variables no siempre son exactas, muchos de los puntos que se observan no van a estar en la recta (ver gráfica 3).

Gráfica 3



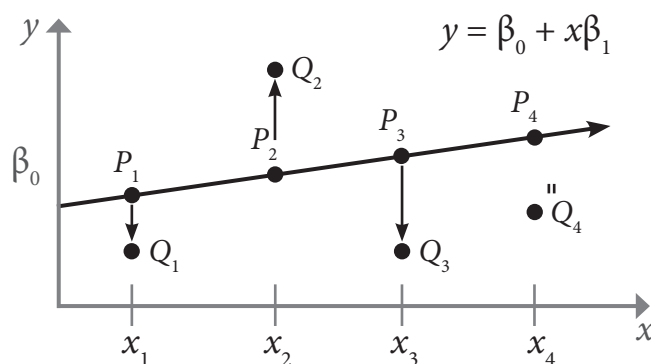
Para permitir diferencia entre la variable Y de la recta de interés, se introduce un término de perturbación al modelo, que no es observable:

$$y = \beta_0 + x\beta_1 + u$$

Por ejemplo, si Y es el peso y X la altura, u puede representar el tipo de comida que se consume: así dos individuos de la misma familia pueden tener un peso distinto.

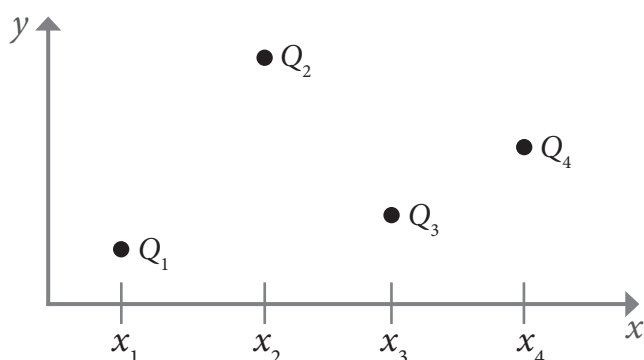
Cada valor de Y tiene, entonces, una parte que no pertenece a la recta y existe una distancia u entre la recta y cada punto (ver gráfica 4).

Gráfica 4



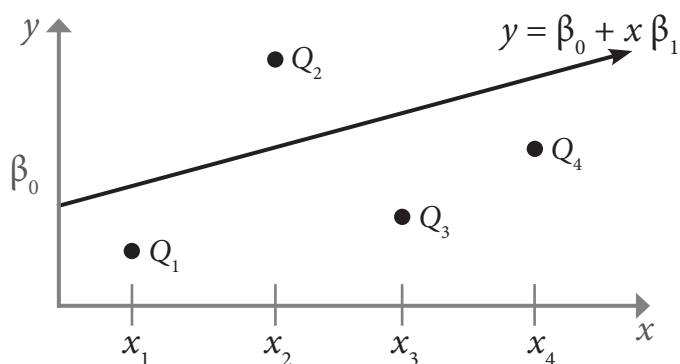
En una gráfica únicamente se observan los puntos Q para cada X (ver gráfica 5).

Gráfica 5



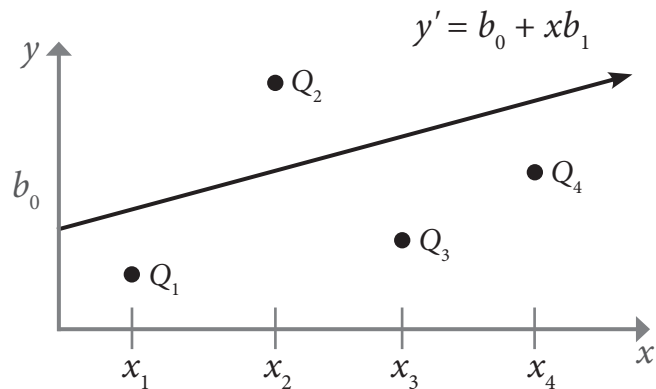
Naturalmente, se podría utilizar los puntos Q para dibujar una línea que aproxime a $y = \beta_0 + x\beta_1$ (ver gráfica 6).

Gráfica 6



Entonces, se puede escribir esta línea como $y' = b_0 + xb_1$, donde b_0 es una estimación de β_0 y b_1 es una estimación de β_1 (ver gráfica 7).

Gráfica 7

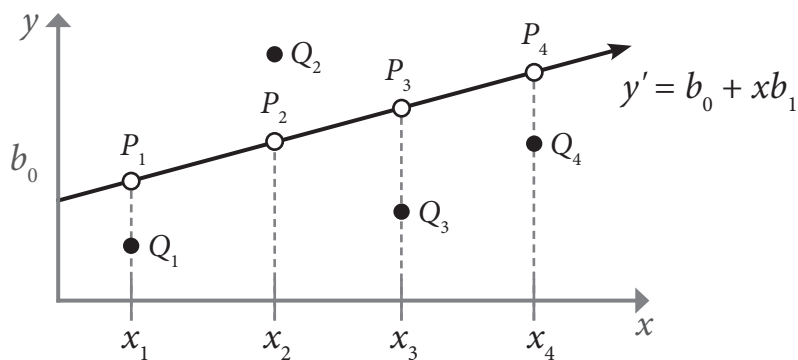


Los coeficientes β_0 y β_1 se estiman por b_0 y b_1 a través del método de mínimos cuadrados. Para formar una línea que se ajuste a los puntos de la gráfica.

A esta línea aproximada se la conoce como el modelo ajustado, y a los valores de la variable Y en esa línea se le llama valores predichos o ajustados (son los puntos P), (ver gráfica 8).

- Y valor real
- y' valor predicho o ajustado

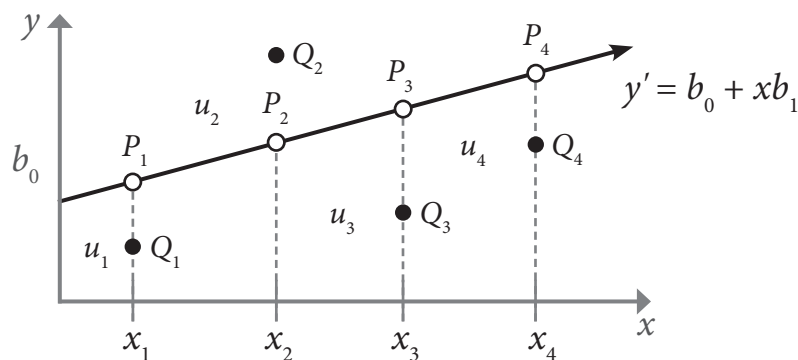
Gráfica 8



Observe que hay una diferencia entre el valor de Y realmente observado (los puntos Q) y el valor predicho por la línea aproximada (P). A esta diferencia se le llama residuo. $u = y - y'$ (ver gráfica 9).

- Y valor real
- y' valor predicho o ajustado

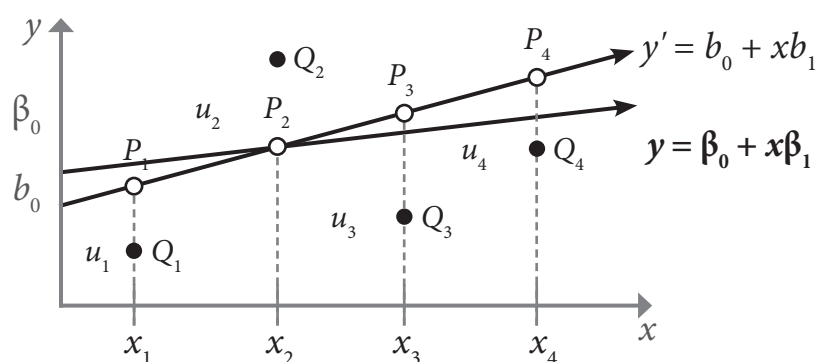
Gráfica 9



Es importante aclarar que los valores que toman los residuos son distintos a los valores del término de perturbación. Esto es debido a que la aproximación que hacemos nunca va a coincidir exactamente con la verdadera línea que relaciona a estas variables (ver gráfica 10).

- Y valor real
- y' valor predicho o ajustado

Gráfica 10



En cuanto más pequeños sean los residuos, el ajuste será mejor, porque estos tienden a estar más cerca de la perturbación. Pero lo que debe quedar claro es que los dos conceptos representan cosas distintas.

Ambas líneas, la aproximada y la verdadera, son importantes en el análisis de regresión, puesto que permiten descomponer el valor observado de y en dos partes.

Usando la relación teórica, o verdadera, y se descompone en su parte no estocástica $y = \beta_0 + x\beta_1$ y su parte estocástica u .

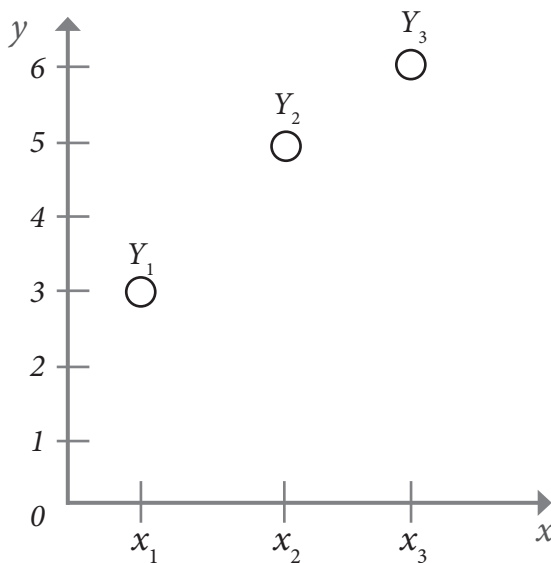
Esta es una descomposición teórica dado que no conocemos los valores exactos de β_0 y β_1 , ni los del término de perturbación. Esta descomposición se utilizará para buscar estimadores de los parámetros.

La segunda descomposición del valor real de y se hace en función de la línea ajustada: es la suma del valor predicho de y y de su residuo. Esta descomposición se utiliza para obtener fórmulas que permitan aproximar los valores desconocidos de los parámetros.

Mínimos cuadrados

Es una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que, dados un conjunto de pares ordenados: (variable independiente, variable dependiente) y una familia de funciones, se intenta encontrar la función, dentro de dicha familia, que mejor se aproxime a los datos (un "mejor ajuste"), de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

Por ejemplo, establezca la relación lineal que existe entre los siguientes puntos:



1. El verdadero modelo para $y = a + bx$ no es observable. Lo que se sabe es que entre x y y existe una relación lineal y, por lo tanto, se utilizarán los valores observados de estas variables para calcular una aproximación.
2. Según la gráfica, suponga que se tienen las observaciones: (1,3), (2,5) y (3,6), entonces se encuentran los valores a y b para el modelo ajustado.

Para determinar los valores de a y b se utilizan las siguientes expresiones:

$$b = \frac{(n\sum xy - \sum x \sum y)}{(n\sum x^2 - (\sum x)^2)}$$

$$a = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n}$$

n es el número de datos, en este caso 3.

Se elabora una tabla para organizar los datos:

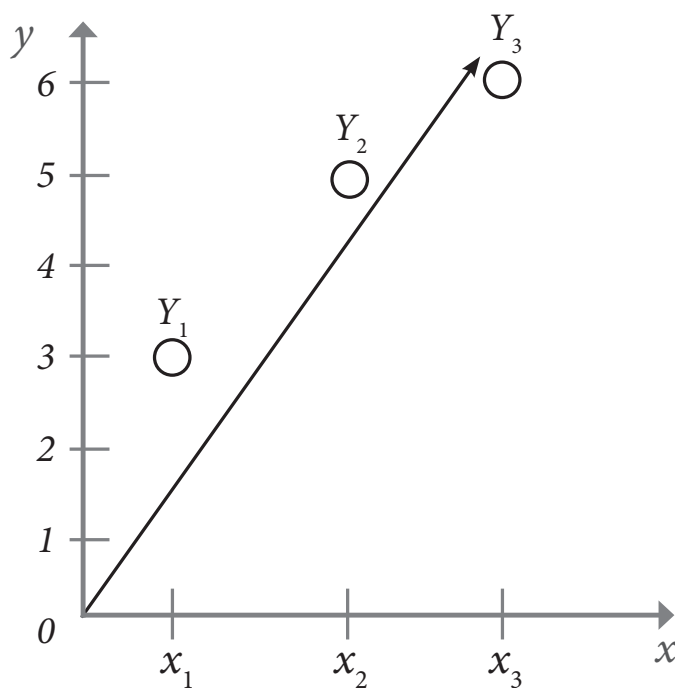
x	y	x^2	xy
1	3	1	3
2	5	4	10
3	6	9	18
$\Sigma x = 6$	$\Sigma y = 14$	$\Sigma x^2 = 14$	$\Sigma xy = 31$

$$b = \frac{(n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y)}{(n \Sigma x^2) - (\Sigma x)^2} = \frac{3(31) - (6)(14)}{3(14) - 36} = \frac{93 - 84}{6} = \frac{9}{6} = 1.5$$

$$a = \frac{\Sigma y}{n} - b \frac{\Sigma x}{n} = \frac{14}{3} - (1.5) \frac{6}{3} = 4.66 - 3 = 1.66$$

Por tanto, la ecuación que se ajusta al conjunto de pares ordenados es:

$$y' = 1.66 + 1.5x$$



ACTIVIDAD 18

Grafique los siguientes puntos: $p_1(1,5)$, $p^2(2,7)$, $p^3(4,6)$ y determine la ecuación que se ajusta a los siguientes valores observados, por el método de mínimos cuadrados:



Glosario

Cuantitativo: es todo aquello que está relacionado con la cantidad.

Hipótesis: es una proposición aceptable que ha sido formulada a través de la recolección de información y datos, aunque no esté confirmada, sirve para responder de forma alternativa a un problema con base científica.

Joule: unidad del Sistema Internacional de Unidades para energía y trabajo.

Hidráulico: relativo a la parte de la mecánica que estudia el equilibrio y movimiento de los fluidos

Materia: es todo aquello que tiene localización espacial, posee una cierta cantidad de energía, y está sujeto a cambios en el tiempo y a interacciones con aparatos de medida.

Newton: es la unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades, nombrada así en reconocimiento a Isaac Newton por su aportación a la física, especialmente a la mecánica clásica.

Parámetro: es una constante o una variable que aparece en una expresión matemática y cuyos distintos valores dan lugar a distintos casos en un problema.

Regresión: es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición.



Actividad metacognitiva

Con base a lo que ha aprendido, responda lo siguiente:

1. ¿Por qué es importante tener una actitud científica ante los fenómenos?

2. Ante cualquier proyecto, una eficiente medición de los objetos mejorará su trabajo. ¿Por qué?

3. ¿Considera que adquirió nuevos aprendizajes al estudiar los temas de esta unidad? ¿Puede mencionar cuáles?

4. ¿Qué contenidos de los estudiados considera importantes para su aplicación en su vida habitual? ¿Por qué?

Autoevaluación



I tipo selección única

Instrucciones: encierre en una circunferencia la letra de la respuesta que haga correcta cada proposición:

1. Estudia las manifestaciones de la materia y la transformación de la energía:
- a. La Física
 - b. La medición
 - c. La tecnología
 - d. Las Matemáticas

2. El comparar una cantidad con otra que se toma como patrón se le denomina:

- a. Medir
- b. Unidad
- c. Longitud
- d. Cantidad

3. La unidad de masa en el sistema internacional de medida es:

- a. Mol
- b. Metro
- c. Candela
- d. Kilogramo

4. Todo lo que se puede medir, pesar o contar se le denomina:

- a. Magnitud
- b. Amperio
- c. Unidad
- d. Metro

5. Es una cantidad fundamental de sistema internacional de medidas:

- a. Área
- b. Masa
- c. Volumen
- d. Velocidad

6. Cuando usted es capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un objeto, está aplicando una:

- a. Presión
- b. Fuerza
- c. Velocidad
- d. Aceleración

7. Cuando mide en un circuito el voltaje con un voltímetro esta efectuando una medición:

- a. Directa
- b. Indirecta
- c. Amperio
- d. No hay medición

8. Es un ejemplo de medición indirecta:
- El área de un terreno es de 20 m^2
 - El largo de una cinta es de 20 cm
 - La altura de una mesa es de 2 metros
 - La temperatura de un cuerpo es de 37°C

II tipo práctico

Instrucciones: resuelva cada ejercicio en forma clara y ordenada.

1. Mida con una regla el siguiente segmento de recta en centímetros, sabiendo que su incertidumbre es de 0.05 cm . Calcule la incertidumbre relativa porcentual.

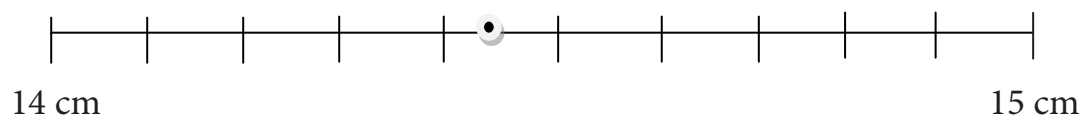


2. Redondear a milésimas las siguientes expresiones decimales:

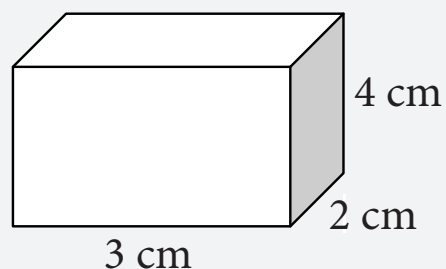
- 0.2556
- 0.2418
- 1.3253

3. Calcule el valor central, la incertidumbre absoluta, la incertidumbre relativa porcentual de un trozo de madera de 2.56 metros :

4. Calcule el valor de la medida y su incertidumbre absoluta de la ubicación del punto en el siguiente gráfico:



5. Calcule el volumen del cubo de la figura de abajo, teniendo en cuenta la incertidumbre de las medidas, el redondeo de las cifras significativas y operaciones entre las cantidades:



6. Realice cada medida de la pieza utilizando una regla:

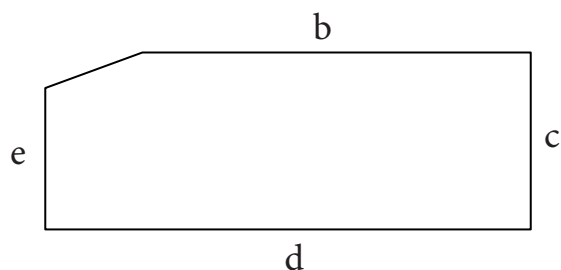


Tabla 1. Incertidumbres

Instrumento	Incertidumbre (mm)
Regla	

Tabla 2. Medidas

Instrumento	a	b	c	d	e
Regla					

7. Los datos de la siguiente tabla representan el movimiento lineal de un avión, elabore una gráfica:

Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	0
10	50
20	100
30	150
40	200
50	250
60	300

Bibliografía ●●●

Herrera Aguayo, Macarena. Et al (2009). *Física*. Chile: Editorial Santillana.

Hijar Juarez, Humberto. Et al (2010). *Física I*. Editorial Santillana.

Maiztegui, Sábado (1973). *Física*. Argentina: Editorial Kapeluz.

Sears, Francis W. Et al (2004). *Física Universitaria*. México: Editorial Pearson Educación.

Secretaria de Educacion Publica, (1995). *Conceptos Basicos 3*. Mexico D.F.

Serway, Raymond A. y Jewett, Jhon W. (2005). *Física I y II. Texto basado en cálculo*. México: Editorial Thomson.

Serway, Raymond A. y Faughn Jerry. (2007). *Física para bachillerato general*. México: Editorial Thomson.

Tippens, Paul (2001). *Física: conceptos y aplicaciones*. México: Editorial Mc Graw Hill.