



# CONSTRUIMOS FUTURO

Educación para el Desarrollo Sostenible y Ciudadanía



Secundaria • Unidad 1

## Importancia de la medición

**Objetivo de Desarrollo Sostenible:** 9. Industria, innovación e infraestructura.

**Meta:** 9.b. Apoyar el desarrollo de tecnologías, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno normativo propicio a la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos, entre otras cosas.

**Objetivo de aprendizaje UNESCO:** 3. Es capaz de innovar y desarrollar empresas sostenibles para responder a las necesidades industriales de su país.

**Metodología:** STEM con enfoque de aprendizaje por indagación

**Campo:** Saberes y Pensamiento Científico

**Disciplinas y temas relacionados**

**Física:** Mediciones, unidades fundamentales y derivadas de medida. Instrumentos de medición. Propiedades de la materia.

**Matemáticas:** Operaciones con notación científica. Construcción de polígonos regulares con regla y compás. Desarrollo plano de un cubo abierto. Operaciones con números decimales y fracciones.

**Duración del proyecto:** 7 semanas

Distribución semanal sugerida:	
Semana 1	I. Entiende
Semana 2	II. Imagina
Semana 3	III. Diseña
Semanas 4 y 5	IV. Construye
Semana 6	V. Prueba
Semana 7	VI. Mejora



## I. Entiende

Reunidos en equipo, lean el texto.

En los últimos años del siglo xx, la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés) planeó enviar una sonda a Marte con el fin de analizar su clima y atmósfera. La nave Mars Climate Orbiter giraría al rededor del planeta rojo a una altura de entre 150 y 170 km sobre su superficie, desde donde recopilaría y enviaría datos meteorológicos que serían analizados en la Tierra. Sin embargo, el proyecto fue un fracaso, no por la tecnología o la planeación del proyecto, sino por un error fundamental: no utilizar unidades de medida unificadas.



El problema surgió porque los científicos que laboran en la NASA hicieron todos los cálculos para el lanzamiento y la trayectoria de la nave con unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI), pero la compañía que proveía equipo y software para la navegación utilizaba el sistema anglosajón de unidades (el que emplea pulgadas, pies, libras, onzas, etcétera). La trayectoria de la Mars Climate Orbiter podía ser controlada desde la Tierra, por eso cuando el centro de control notaba que la nave se desviaba, intentaba corregirla mediante señales que activaban sus motores, los cuales aplicaban una fuerza medida en newtons; sin embargo, el sistema de la nave interpretaba esas unidades como libras, lo que provocaba que la ruta no se corrigiera, sino que se alterara todavía más. El resultado: la sonda ingresó a la órbita marciana a una altura mucho menor de lo planeado, por lo que se incendió al ingresar a la atmósfera, se perdió todo contacto y no se supo más de ella. El costo del proyecto fue de 125 millones de dólares, por esta razón fue un error que se pagó bastante caro.

La medición es un proceso fundamental en nuestra vida, así que contar con un sistema de unidades unificado facilita la comunicación, el comercio y el desarrollo científico y tecnológico. Sin embargo, en distintas regiones del mundo todavía se usan unidades diferentes; en particular, en México se utilizan unidades tradicionales, como la maquila para la medida de granos; las onzas para medir el volumen de líquidos; la vara para la longitud; la carga para el peso de productos agrícolas, etcétera. En tu comunidad o en alguna que conozcas, ¿aún utilizan unidades o instrumentos de medida tradicionales? ¿Consideras que son exactos y precisos?

La maquila es un cajón de madera donde se introducen los productos al ras, así los granos se miden por volumen; esto no es preciso, pues las medidas de los cajones usados pueden variar. Además, el tamaño de los granos influye en la cantidad de producto que cabe en un cajón: a menor tamaño, más producto. Una solución a este problema es medir la masa de los granos con una balanza usando el kilogramo como unidad de medida. ¿Qué harías si tuvieras que realizar una medición de granos precisa y no contaras con un instrumento o un patrón de medición adecuado? ¿Cómo podrías hacer una medición confiable?



A partir de la lectura anterior, propongan una posible problemática relacionada con mediciones, las unidades o los instrumentos de medida en el contexto de su comunidad. Pueden guiarse con las siguientes preguntas.

a) ¿En tu entorno o comunidad se utilizan unidades de medida tradicionales o distintas a las del SI? ¿Cuáles?

---



---

b) ¿Cuál es la equivalencia de esas unidades con las del SI?

---



---

c) ¿Qué instrumentos de medida se usan en tu entorno o en tu comunidad? ¿Cuáles usan tú y tu familia? ¿Qué tan exactos y precisos son?

---



---

d) ¿Qué problemática observan en su comunidad o en su entorno que se relacione con las unidades e instrumentos de medida?

---



---



---

e) ¿Cómo podrías diseñar un instrumento y un patrón para medir la masa de un objeto?

---



---

A continuación, redacten la problemática que eligieron en forma de pregunta; por ejemplo, “¿Cómo construir un instrumento y un patrón de medida para medir la masa de algunos productos en una comunidad que no utiliza las unidades del SI?”.

---



---



---



---

Organicen equipos de seis estudiantes y asignen a cada uno un rol de trabajo para resolver la problemática planteada, tomen en cuenta sus habilidades y destrezas. Consideren la tabla de la siguiente página para las asignaciones.



Rol	Tareas
Diseñador	Es efectivo en los pasos que requieren creatividad y construcción de soluciones. Los pasos incluyen tareas como diseño, planificación, compilación, iteración y refinamiento.
Comunicador	Comunica el proyecto al docente, a otros equipos y a la comunidad. Comparte datos e información al equipo y a la comunidad. Comunica el proyecto al docente, a otros equipos y a la comunidad. Comparte datos e información al equipo y a la comunidad.
Analista	Recopila y procesa los datos relevantes antes, durante y después de cada fase del proyecto.
Investigador	Toma la iniciativa para realizar investigaciones y compilar información en cada fase del proyecto. Vincula los datos recopilados por el equipo y los valida con la investigación.
Planificador	Organiza y asigna las actividades que desempeñará cada integrante en las distintas fases. Planifica la presentación final y documenta todos los procesos.
Administrador	Supervisa el proceso y se asegura de que el trabajo se distribuya equitativamente; mantiene un cronograma de las tareas y responsabilidades del equipo. Consigue espacios de trabajo y materiales para elaborar los prototipos.

Es fundamental que trabajen en un ambiente de respeto, equidad e inclusión, donde cada integrante desarrolle un rol específico, siendo el responsable de supervisar y asegurarse de que ejecuta sus tareas de manera correcta.

Describan el rol y las tareas que desempeñará cada integrante del equipo. Usen una tabla como la siguiente.

Nombre	Rol	Tareas

## II. Imagina

Recuperen sus conocimientos previos relacionados con la problemática elegida. Discutan las siguientes preguntas.

a) ¿Qué saben sobre la medición? ¿Por qué es importante medir?

b) ¿Qué son las unidades de medida? ¿Qué es un patrón de medida?

c) ¿Qué es un instrumento de medida? ¿Qué instrumentos de medida conoces y cómo se utilizan?

d) ¿Qué significa la precisión y la exactitud de los instrumentos de medida? ¿Por qué estos aspectos son importantes?

e) ¿Cómo se definió en un principio la unidad de medida para la masa en el SI?

f) ¿Quién y cómo se definieron las unidades de medida que usas o se utilizan en tu comunidad?

### LINKS

Medición  
[www.edutics.mx/xFb](http://www.edutics.mx/xFb)  
[www.edutics.mx/xFE](http://www.edutics.mx/xFE)  
[www.edutics.mx/xFa](http://www.edutics.mx/xFa)

Busquen y recaben la información necesaria para abordar y resolver el problema que plantearon sobre medición. Consideren como ejemplo construir una balanza y un patrón de medida para la masa de algunos productos de una comunidad.

a) ¿Cuál es el principio de funcionamiento de una balanza?

---

---

---

b) ¿Cuál es la unidad de medida de la masa en el SI?

---

---

---

c) ¿Cómo se definió históricamente la unidad de medida de la masa?

---

---

---

d) ¿Cómo podrías reproducir un patrón de medida para la masa?

---

---

---



Registren la información de su investigación en fichas de trabajo, como las que se muestran a continuación.

Estefanía de Mirandés, “Historia de las unidades: desde el sistema métrico decimal hasta la reciente revisión del Sistema Internacional de Unidades”, en Revista española de metrología, <https://www.e-medida.es/numero-15/historia-de-las-unidades-desde-el-sistema-metrico-decimal-hasta-la-reciente-revision-del-sistema-internacional-de-unidades/#:~:text=Para%20definir%20la%20unidad%20de,la%20temperatura%20de%20m%C3%A1xima%20densidad> (consulta: 13 de octubre de 2023).

#### Patrón de medida de la masa

Una vez que la unidad de longitud estuvo definida a partir de un parámetro universal, el resto de las unidades se definieron a partir del metro para beneficiarse de esa misma universalidad. Así se definieron el metro cuadrado, el metro cúbico, y la unidad de masa. Para definir la unidad de masa, la comisión eligió establecer que el “grave” (que más tarde pasaría a llamarse kilogramo) sería igual a la masa de un decímetro cúbico de agua pura a la temperatura de máxima densidad.

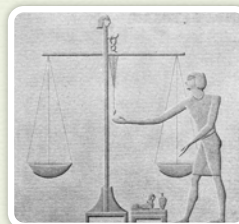


Equipos y laboratorio de Colombia, “Historia de la balanza”, en Artículos, <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/historia-de-la-balanza> (consulta: 13 de octubre de 2023).

### Historia de la balanza

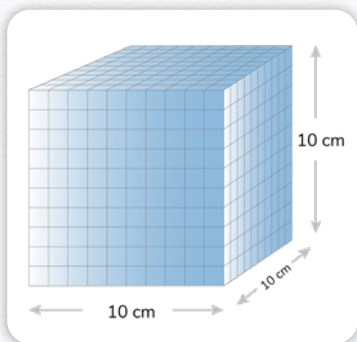
Cerca del año 3500 a. de C., el comercio era una de las actividades más relevantes, sobre todo en lo referente al intercambio de productos. Debido a esta evolución en la comercialización, el pueblo egipcio se vio forzado a pesar y medir los productos destinados a la venta.

El surgimiento de un nuevo instrumento que colaborara con este aspecto resultaba esencial. Éstos son los inicios de la historia de la balanza egipcia, instrumento primitivo de medición que consistía de una columna con un astil atado a una cuerda en cuyos extremos, a su vez, se sostenían unas bandejas mediante otras cuerdas. En dichas bandejas se colocaban, por un lado, la mercancía que se quería pesar y, por el otro, una pesa de un valor que debía ser convenido.



INEA, Secundaria. Guía de Matemáticas 2, México, 1999.

**Decímetro:** es la décima parte de un metro, su símbolo es dm. También equivale a 10 cm y 100 mm.



$$1 \text{ dm} = 0.1 \text{ m} = 10^{-1} \text{ m}, 1 \text{ dm} = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$$

**Decímetro cúbico:** un cubo de 10 cm de ancho, 10 cm de largo y 10 cm de altura.

$$1 \text{ dm}^3 = 10^{-1} \text{ m} \times 10^{-1} \text{ m} \times 10^{-1} \text{ m} \\ = 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.001 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \\ = 10^3 \text{ cm}^3 = 1\,000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = 10^2 \text{ mm} \times 10^2 \text{ mm} \times 10^2 \text{ mm} \\ = 10^6 \text{ mm}^3 = 1\,000\,000 \text{ mm}^3$$

Es importante que analicen y discutan la información que encontraron para que planteen posibles soluciones a la problemática en cuestión. Con base en el ejemplo podrían analizar diferentes formas de construir una balanza y un decímetro cúbico de agua, que corresponde a un kilogramo de masa.

Anoten algunas de las ideas que consideren viables para solucionar su problema.

---

---

---

---

---

---

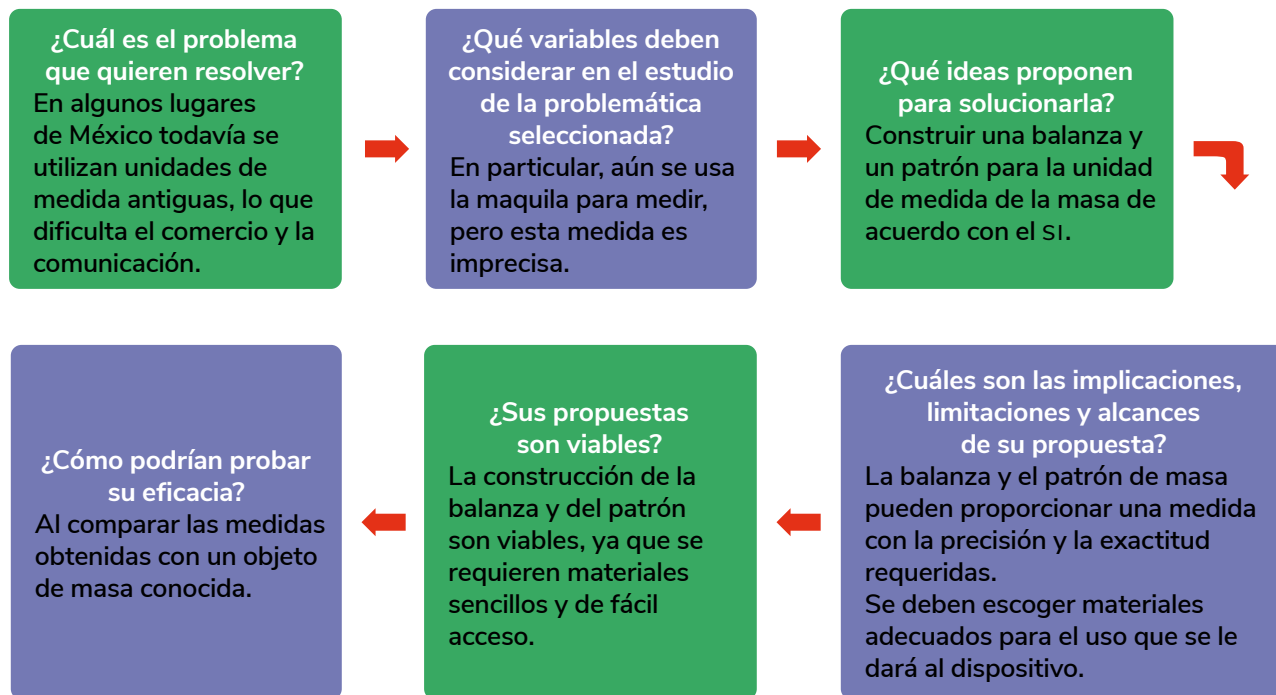


### III. Diseña

Planeen cómo dar solución a su problemática al analizar los resultados de su investigación y proponer cómo aplicarlos. Para ello, hagan diferentes propuestas a manera de hipótesis con base en la fórmula: “Si hago X, entonces sucede Y”. Observen los ejemplos.

“Si hago una balanza, entonces podría medir la masa de los productos”.  
 “Si utilizo un patrón confiable para la unidad de masa, entonces tendría medidas precisas”.

Pueden guiarse en el siguiente diagrama de flujo y el ejemplo para definir su propuesta.



Escriban algunas de sus propuestas y a partir de ellas elijan con una la más adecuada.

☐

☐

☐



En esta fase también deben considerar los contenidos de las asignaturas involucradas en este proyecto y que emplearán en su desarrollo.

**Física**

- Mediciones
- Unidades fundamentales y derivadas de medida
- Instrumentos de medición
- Propiedades de la materia

**Matemáticas**

- Operaciones con notación científica
- Construcción de polígonos regulares (cuadrado) con regla y compás
- Desarrollo plano de un cubo abierto
- Operaciones con decimales y fracciones

Organicen una breve presentación para sus compañeros y docente para exponer el avance que llevan en la solución de su problema. Tomen en cuenta los comentarios para mejorar o enriquecer la forma de llevar a cabo la solución planteada.

## IV. Construye

Elijan la propuesta más adecuada y organicen una lluvia de ideas para decidir cómo llevarla a cabo. Escriban la idea que consideren más factible.

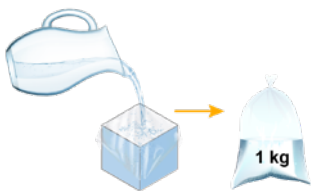
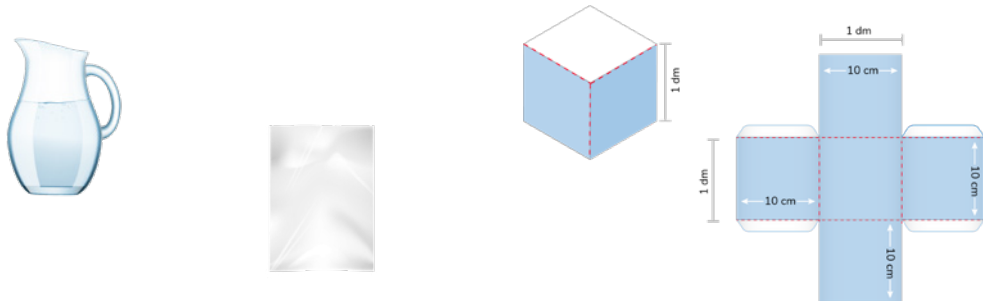
Hagan un boceto para analizar la viabilidad de su dispositivo, planear su funcionamiento y validar su eficacia. Incluyan los materiales que necesitarán. Vean el ejemplo.

Para la balanza:

Idea de construcción del dispositivo	
Boceto	Funcionamiento
	Para medir una masa en la balanza se coloca la masa a medir en uno de los recipientes y en el otro el patrón de medida, de modo que cuando los recipientes quedan equilibrados se determina que la masa del objeto es igual a la del patrón.
Partes	
	 
Materiales	
1. Un gancho de ropa resistente	3. Cordón o hilo resistente
2. Dos recipientes iguales de tamaño adecuado	4. Tijeras



Para el patrón de medida:

Idea de construcción del dispositivo	
Boceto	Funcionamiento
	<p>En un principio, la unidad de la masa en el SI (el kilogramo) se definió como la masa de un decímetro cúbico de agua. Por tanto, si elaboramos un cubo abierto de un decímetro de lado y lo llenamos de agua, esa cantidad de líquido corresponderá aproximadamente a un kilogramo.</p>
Partes	
	
Materiales	
1. Cartulina o cartoncillo	4. Agua
2. Pegamento	5. Tijeras
3. Bolsa de plástico	

Entreguen al profesor su propuesta. Discutan con él su viabilidad. En caso de alguna observación, modifiquen su diseño.

Organícense para construir un prototipo de su dispositivo. Consideren la información que investigaron y las sugerencias de su profesor.

- Hagan un registro de los aspectos técnicos y económicos del diseño del prototipo.

Aspectos técnicos	Aspectos económicos
Materiales necesarios para construir la balanza y el patrón de medida. Considerar su resistencia y su durabilidad.	<p>Investigar y comparar el costo de los materiales en diferentes lugares para elegir el más conveniente.</p> <p>Analizar el uso de materiales reciclados.</p> <p>Costo de los materiales.</p> <p>Para la balanza = \$ _____</p> <p>Para el patrón de medida = \$ _____</p>
Herramientas para construir el dispositivo.	<p>Buscar la posibilidad de conseguir las herramientas prestadas para reducir los costos.</p> <p>Costo de las herramientas = \$ _____</p>

- Registren todos los cálculos relacionados con los aspectos técnicos y económicos. Deben definir cómo solventarán los costos.
- Hagan un cronograma de actividades para la construcción de su prototipo.

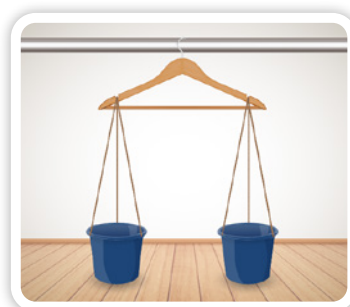
Actividades	L	M	M	J	V
Elección y búsqueda de materiales para el prototipo.					
Adquisición de materiales y herramientas.					
Construcción del prototipo.					



Construyan el prototipo en cuanto se haya validado el diseño.

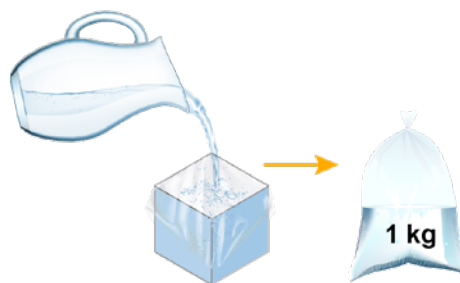
Para la balanza:

- Construyan la balanza de acuerdo con el boceto.
- Cerórense de que los recipientes vacíos queden equilibrados, para ello consideren que la distancia del centro del gancho al lugar donde atarán los cordones sea igual, así como su longitud.



Para el patrón de medida:

- Armen un cubo de cartulina según el desarrollo plano presentado en el boceto de la página 9.
- Coloquen una bolsa de plástico en su interior como muestra la figura.
- Agreguen agua en la bolsa hasta llenar el cubo.
- La masa de esa cantidad de agua corresponde a un kilogramo.



Documenten el proceso de construcción con fotos y videos. También lleven una bitácora en la que anoten los problemas que se les presentaron y cómo los solucionaron, además de los posibles cambios en el dispositivo derivado de su experiencia con su construcción.

Organicen una presentación de sus dispositivos frente al grupo. Consideren las preguntas.

¿Aplicamos bien los conocimientos científicos?

¿Logramos el funcionamiento deseado del dispositivo?  
¿Cómo lo sabemos?

¿Elegimos las herramientas y los materiales adecuados?

¿Qué problemas tuvimos?  
¿Cómo los resolvimos?

¿Cuáles fueron las lecciones aprendidas?

Escriban una conclusión en la que consideren los comentarios de sus compañeros y del profesor.

## V. Prueba

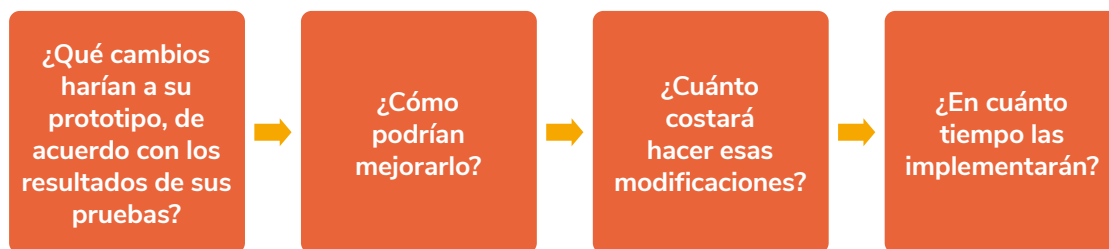
Prueben el funcionamiento del prototipo y hagan un recuento de los resultados.

a) ¿Cómo pueden probar la eficacia de su prototipo?

b) ¿Consideran que su prototipo resuelve el problema inicial? Expliquen.

## VI. Mejora

Valoren la necesidad de mejorar su prototipo con base en el trabajo anterior. Resuelvan.



Discutan junto con su docente la factibilidad de hacer los posibles ajustes a su dispositivo según la prueba final. Tal vez decidan implementarlos después o sólo tenerlos en cuenta como posibles mejoras.



Planeen una estrategia de comunicación con ideas muy concretas para difundir cómo solucionar el problema con su prototipo.

Pueden hacer una presentación con diapositivas, usen como base los registros escritos y audiovisuales que desarrollaron durante la construcción del prototipo. También pueden elaborar un video tipo documental en el que expliquen de manera concreta y resumida el proceso que siguieron para solucionar al problema planteado y lograr que el prototipo funcionara.

Organicen una presentación de sus resultados. Comenten de qué manera su dispositivo soluciona el problema planteado al inicio del proyecto. Escriban sus conclusiones.

---



---



---



---

Para terminar, recojan opiniones de su trabajo, así como sugerencias para mejorar.

#### Ideas para mejorar el dispositivo



Difundan los resultados de su proyecto en la plataforma Change Makers para que otros jóvenes, como ustedes, conozcan su propuesta para construir un mundo mejor. Para ello, pueden grabar un video, crear un documento PDF o subir algunas imágenes.