Capítulo I

Medición en educación básica

> "No hay pie de rey que mida la Maravilla".
>
> M. Benedetti.

Introducción

Etimológicamente, *geometría* quiere decir "medida de la Tierra". El historiador Heródoto atribuye a los egipcios el origen de esta ciencia. Según él, el impuesto que pagaban los egipcios propietarios de tierras era directamente proporcional al área de cada pedazo de terreno. Las subidas del río Nilo hacían desaparecer parte de las tierras de los agricultores. Entonces, los cobradores de impuestos del faraón tenían que recalcular cada área con el fin de ajustar el monto que se debía cobrar. Descubrimientos posteriores revelaron que los pueblos que habitaron Mesopotamia, genéricamente denominados babilonios, tenían conocimientos más extensos y avanzados que los egipcios, pues además de poder calcular el área y volumen de figuras y cuerpos simples, conocían la relación que hoy conocemos como Teorema de Pitágoras, mil años antes que los pitagóricos.

Por lo visto, las medidas de longitudes, áreas y volúmenes han despertado el interés del hombre desde la antigüedad y son la idea inicial y fundante de la geometría.

Desde el prisma de la enseñanza, la medición también permite introducir a los niños y niñas al mundo de la geometría. Las mismas preguntas históricamente iniciales son las que ellos van respondiendo a medida que se avanza en el estudio de la geometría.

En este capítulo, desarrollaremos ideas de medición y del uso de instrumentos. También analizaremos el uso de unidades informales y cómo surge la necesidad de utilizar medidas estandarizadas. Más en detalle, queremos decir que la medición involucra la comparación de un atributo de un objeto con una unidad que tiene el mismo atributo que el objeto en cuestión. Por ejemplo, al medir el largo de la mesa con cuartas, estamos determinando cuántas veces cabe el largo de la cuarta en el largo de la mesa. O cuando medimos el área de una baldosa en cm^2, estamos determinando cuántas veces cabe el área de un cuadrado de lado $1\ \mathrm{cm}$ en el área de ella.

Por último y no menos importante, intentaremos dejar claro que los instrumentos de medición son dispositivos que reemplazan la necesidad de tener físicamente disponible la unidad de medida, que los atributos son independientes de las unidades y que las unidades estandarizadas surgen por la necesidad de comunicar información.

1. Significado y proceso de medir

Para responder algunas preguntas que surgen en la vida diaria, es necesario medir. Por ejemplo, si queremos saber si un lápiz cabe en un estuche que mide **20 cm** y no tenemos el estuche a mano, es necesario medir el lápiz o, al menos, saber si mide menos de **20 cm**. Si queremos saber si el jugo que prepararé en la juguera cabe en los 2 vasos que tengo, es necesario medir cuánto jugo cabe en los 2 vasos. Esas preguntas de medición nos dicen qué del objeto se requiere medir.

Supongamos que preguntamos a nuestros alumnos respecto de la medida de un recipiente cilíndrico vacío.

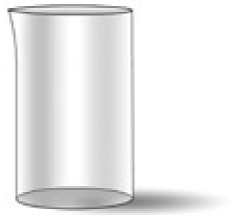


Figura I.1: ¿cuánto mide el recipiente?

Notemos que la petición está incompleta, es necesario decir qué del recipiente queremos que se mida. ¿La altura del recipiente?, ¿el diámetro del recipiente?, ¿el contorno circular?, ¿el volumen?, ¿el área? o ¿el peso? Cada uno de esos aspectos que pueden ser medidos son un *atributo* del recipiente.

Una vez que determinamos el atributo que queremos medir, necesitamos escoger la unidad (medida de referencia) a utilizar. En un primer nivel, una unidad es un objeto concreto que comparte con los objetos que queremos medir el atributo en cuestión. Así, por ejemplo, para medir la altura o la circunferencia del recipiente podemos, en principio, usar cuartas, cordones de zapato, el largo de un brazo, el ancho del dedo meñique, o cualquier otro objeto que tenga el atributo de longitud.

Cuáles de estas unidades serán adecuadas para medir el objeto en cuestión dependerá, entre otras cosas, de su tamaño (no es una buena idea medir la circunferencia de un tubo de ensayo en cuartas).

Note que al utilizar un objeto como unidad de medida para un cierto atributo, nos concentramos solo en ese atributo de la unidad, olvidándonos de todos los otros que pueda tener. Así, por ejemplo, al usar un cordón como unidad de medida de longitud, no nos interesa su peso, su volumen, su color o ningún otro atributo fuera de su longitud.

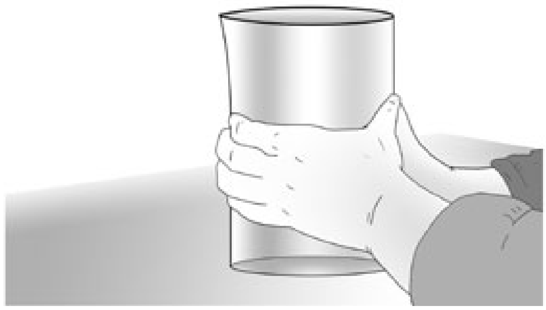


Figura I.2: midiendo la circunferencia de un jarro en cuartas.

Note que la medición sugerida en la **Figura I.2** anterior es directa, es decir, estamos comparando nuestra unidad (cordón, cuarta, etc.) con el objeto a medir, sin intermediarios.

¿Qué haríamos si quisiéramos usar como unidad de medida un lápiz? Una solución es enrollar un cordón alrededor del recipiente, luego estirar el cordón y, por último, contar cuántos lápices caben ahí.

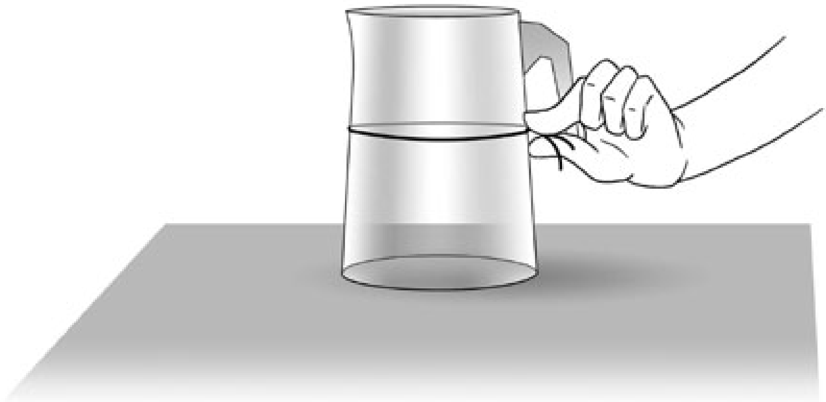


Figura I.3: se enrolla el cordón alrededor del recipiente.

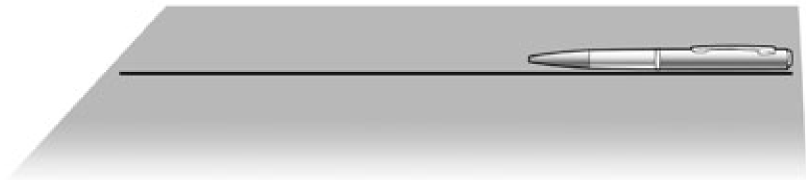


Figura I.4: ¿cuántos lápices caben en el cordón?

Este método de medición indirecta no solo puede ser aplicado cuando la unidad no se presta para una medición directa. Por ejemplo, también podríamos haber enrollado el cordón en el recipiente, haberlo estirado y medido cuántas cuartas caben en él.

Figura I.5: ¿cuántas cuartas caben en el cordón?

Entonces, una idea de medición tiene que ver con determinar a cuántas unidades (respecto al atributo dado) es equivalente el objeto que estamos midiendo. Así, en el ejemplo del recipiente, podemos llegar a que la medida de su contorno es 5 cuartas, 3 cordones o 4 lápices.

Para que el proceso de medición sea útil, debemos tener una cierta familiaridad con la unidad de medida que estamos usando. Por lo tanto, para medir la masa del recipiente, debemos compararlo con objetos que tienen el atributo masa, por ejemplo, equilibrando una balanza (los platillos de la balanza sostienen la misma masa siempre y cuando la balanza está equilibrada); para eso, es necesario que tengamos una idea de la masa de lo que está en el otro platillo.

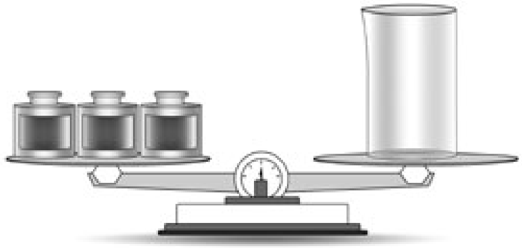


Figura I.6: una balanza en equilibrio.

En este caso, por lo que discutíamos antes, sabemos que la masa del recipiente es 3 veces la masa de uno de estos pesos.

Figura I.7.

Pero, para que esta medición tenga algún significado, necesitamos tener alguna familiaridad con la masa de ese objeto.

En resumen

Para medir algo, es necesario:

- Decidir el atributo a medir.
- Escoger la unidad que también tiene el atributo.
- Determinar, por llenado, por cubrimiento o por algún otro método directo o indirecto, a cuántas unidades equivale el objeto que quiere ser medido.

Cuando decimos "determinar a cuántas unidades equivale el objeto", se podría pensar que nos estamos refiriendo a números enteros positivos; es decir, "determinar a cuántas unidades enteras equivale el objeto", pero eso no es siempre así. Perfectamente podría ocurrir que el contenido de un vaso quepa 2 veces y media en una botella. También puede ocurrir que para cubrir una región sea necesario "recortar" la unidad, y que la medición no resulte una cantidad entera.

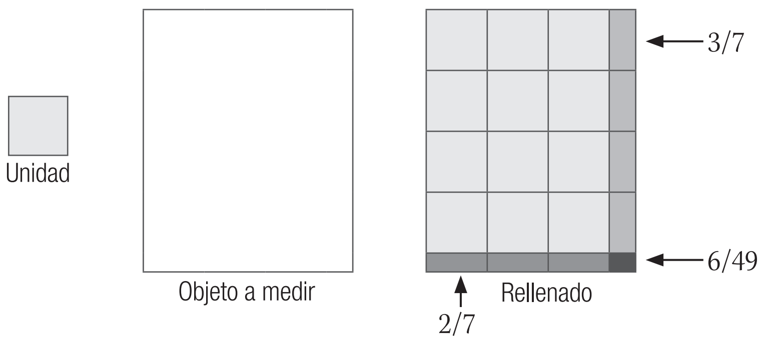


Figura I.8: la unidad de medida cabe "un número fraccionario de veces"

Por ejemplo, en la figura anterior, la unidad en el objeto a medir cabe:

$$12+4\left(\frac{3}{7}\right)+3\left(\frac{2}{7}\right)+\frac{6}{49}$$

Es decir, 14 unidades y $\frac{34}{49}$ partes de unidad.

Honestamente, "¿cuántas veces cabe?" es bastante ambiguo, uno podría pensar en todas las fracciones positivas o, lo que es lo mismo, en todos los números decimales finitos o periódicos y es una buena idea para cuantificar las medidas. Sin embargo, esto esconde algo más profundo: que estamos asumiendo que el "¿cuántas veces cabe la unidad en el objeto a medir?" siempre tiene respuesta. ¿Será eso cierto? Es decir, dada una unidad, mediante un número finito de cortes y pegados, ¿se puede cubrir un objeto? Por ejemplo, ¿cuántas veces cabe el área del cuadrado en el área del círculo?

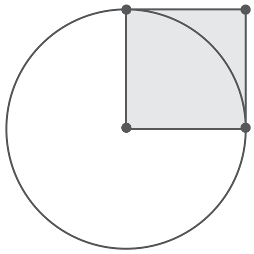


Figura I.9: el cuadrado y el círculo.

La verdad es que no existe una fracción de números enteros que responda a esa pregunta. Del mismo modo que no existe una fracción que permita responder a la pregunta: ¿cuántas veces cabe el lado de un cuadrado en su diagonal?

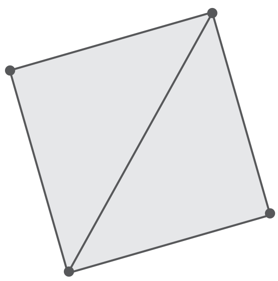


Figura I.10: el lado y la diagonal del cuadrado.

Esa discusión es antigua en matemática y fue una pregunta que apasionó a matemáticos desde la antigua Grecia. Por ejemplo, recién en 1770 el matemático alemán Johann Heinrich Lambert mostró que la pregunta ¿cuántas veces cabe el diámetro de una circunferencia en el contorno de la circunferencia? tiene como respuesta un número que no es la fracción de 2 números enteros. Para los griegos, los números eran medidas y decían que dos medidas (números) son conmensurables si existe una medida común que pueda medir un número entero de veces a cada una de las medidas iniciales. En el lenguaje de hoy, para decir que 2 números son conmensurables, decimos que el cociente entre ellos tiene el mismo valor que una fracción de números enteros. Entonces en lenguaje de los griegos, el diámetro de una circunferencia no es conmensurable con el contorno de la misma circunferencia, como del mismo modo el lado de un cuadrado no es conmensurable con la diagonal del mismo cuadrado.

Recordemos que la matemática estudia objetos ideales, que no existen en el mundo físico. Así que la discusión anterior es puramente matemática. Es posible aproximar tanto como se quiera cualquier medida, con números decimales finitos o fracciones de números enteros. Sin embargo, la aproximación propone otro problema: ¿cuán preciso quiero y puedo ser? Si se nos pregunta ¿cuánto mide el lápiz?, lo que hacemos es poner un extremo del lápiz en la marca 0 y vemos la marca de la regla que coincide con el otro extremo del lápiz. Pero ¿cómo podemos estar seguros de que pusimos exactamente un extremo en la marca 0?

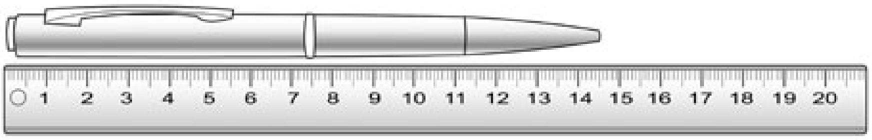


Figura I.11: ¿dónde están exactamente los extremos del lápiz?

¿Cómo podemos convencernos de que la marca que nosotros vemos como la que coincide con el extremo del lápiz es efectivamente esa? Puede ser que estemos seguros de que está entre 14,5 cm y 14,6 cm, pero exactamente ¿cuánto mide? Entonces, tendríamos que hacer marcas más pequeñas, digamos marcas correspondientes a las décimas de milímetro, pero de nuevo no tendríamos absoluta certeza sobre cuál es la medida exacta. Además, cuando tengamos marcas muy pequeñas, nuestro ojo no será capaz de discriminar entre una marca y otra. Y aun más, a medida que aumentemos la precisión del instrumento, más difícil será determinar cuál es exactamente el extremo del lápiz. Es decir, toda medición tiene intrínsecamente un error. *Toda medición es una aproximación.*

Ya que toda medición es una aproximación, cuando decimos que un lápiz mide 14,5 cm, esa información tiene algún grado de error. Pero ese error no es tan grande como para decir, tal vez, mide 7 cm. Existe un convenio respecto a comunicar información usando decimales. Cuando decimos que un lápiz mide 14,5 cm, queremos significar que el lápiz mide alguna longitud x y que x está entre 14,45 y 14,55, es decir:

$$14{,}45 < x < 14{,}55$$

Pues cualquiera de esas medidas se aproximaría a 14,5. Entonces, cuando usemos decimales para denotar medidas, usaremos ese convenio. Por lo tanto, si decimos que una medida es a, entonces queremos significar que la medida del objeto, puede ser una medida que cuya aproximación es a. Por ejemplo, si decimos que un clip mide 2,34 cm, queremos significar que la medida del clip está entre 2,335 cm y 2,345 cm, es decir:

$$2{,}335 \text{ cm} < \text{medida del clip} < 2{,}345$$

Por lo mismo, 1,2 cm significaría una medida que está entre 1,15 cm y 1,25 cm. En cambio, 1,30 cm significaría una medida que está entre 1,295 cm y 1,305 cm.

1.1 Conservación

En el proceso de medir en forma directa, podemos comparar el objeto a medir con la unidad de medida sin intermediarios. Sin embargo, al medir en forma indirecta es necesario hacer algunas transformaciones. Por ejemplo, cuando enrollamos un cordón alrededor de un frasco y luego lo estiramos y medimos el cordón estirado, estamos asumiendo que el cordón estirado o enrollado mide lo mismo, es decir, que al enrollar un cordón no cambia su longitud. Al realizar transformaciones en los objetos, algunos atributos del mismo pueden cambiar; por ejemplo, si tenemos una bolita de plastilina y la aplastamos, su masa no cambia y, por tanto, su peso tampoco cambia, pero el área superficie exterior cambia. Si tenemos un cuadrado de cartón y lo cortamos por una de sus diagonales, la suma de las áreas de los triángulos resultantes es la misma que el área del cuadrado inicial.

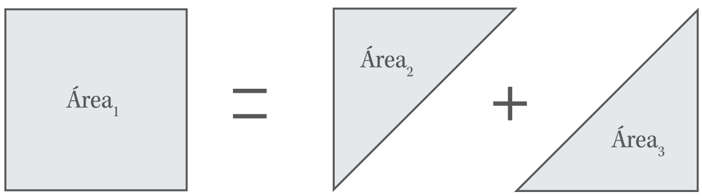


Figura I.12: el principio de conservación en acción.

Para pensar

En la **Figura I.12**, respecto a los perímetros, ¿se cumple el principio de conservación?

Esta propiedad de que el área se preserva después de "cortar y pegar" es muy útil en geometría. Por ejemplo, haciendo recortes y pegando podemos ver que el área de la figura A, que es un paralelogramo, es la misma que el área de la figura B, que es un rectángulo.

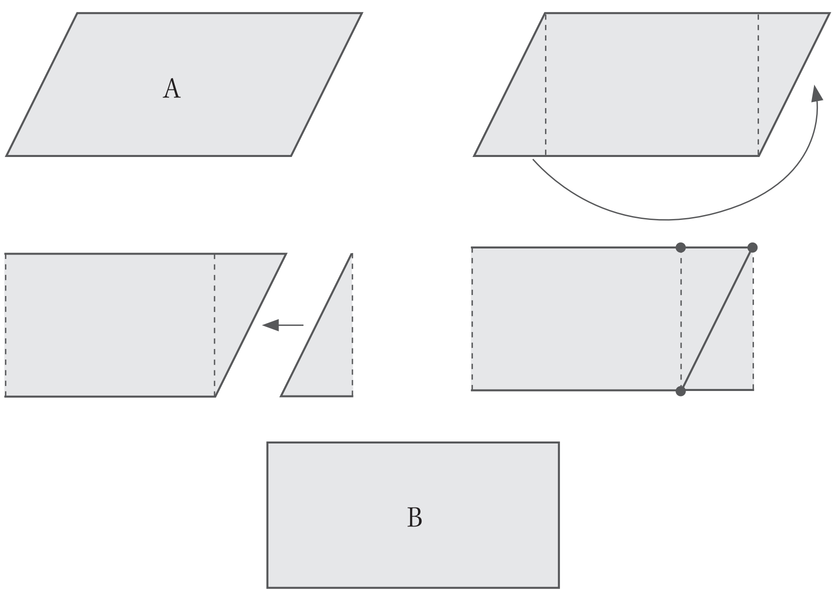


Figura I.13: dos figuras de igual área: cortando y pegando.

El área de la figura B es fácil de determinar conociendo algunos datos básicos; entonces, también podemos determinar el área de la figura A, pues ambas tienen la misma área.

Otro ejemplo donde aparece el principio de conservación es el siguiente: si consideramos un puñado de granos de maíz y los molemos en un mortero, la masa del puñado de granos y la masa de los granos pulverizados es la misma, si asumimos idealmente que nada de los granos de maíz se quedó en el mortero.

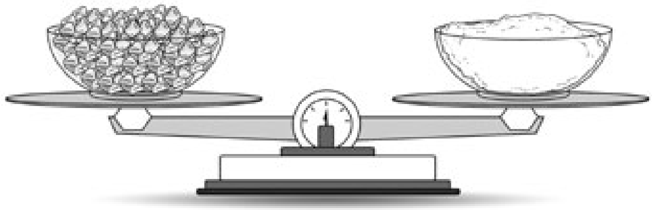


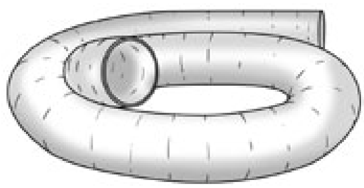
Figura I.14.

Ejercicios de la sección

1. Para mostrar que el área de un triángulo rectángulo es la mitad del área de un rectángulo cuyos lados miden lo mismo que los catetos del triángulo, ¿cuál propiedad del área se está usando?

2. Cuando un recién nacido es muy inquieto y no es posible pesarlo, los pediatras pesan al padre con el bebé y luego pesan al padre solo, así el peso del niño es la resta de la primera medición con la segunda medición, ¿cuál propiedad del peso se está usando?

3. Si se tiene un tubo como el de la imagen y luego se enrolla para formar un neumático, ¿es cierto que el volumen de líquido que cabe en el tubo estirado y el volumen de líquido que cabe en el neumático es el mismo? ¿El tubo estirado y enrollado tiene el mismo peso?



4. En una sala de clases se plantea el siguiente problema:

   Usted corta con un serrucho una tabla y obtiene dos tablas, ¿es cierto que el largo de la tabla original es igual a la suma de los largos de las tablas resultantes?

   Discuta las posibles respuestas a las que pueden llegar los alumnos y especifique los supuestos detrás de cada una de ellas.

5. Si cambia el volumen de un objeto, ¿cambia necesariamente su peso?

6. Busque un ejemplo de una transformación de un objeto que cambie su masa, pero no su volumen.

2. Conceptos y habilidades de medición

Como hemos dicho, la medición es una comparación, pero no es cualquier comparación, sino que es una comparación con referente fijo y, además, es bastante precisa, ya que se requiere decir ¿cuántas veces cabe la unidad en el objeto a medir? Por lo tanto, para medir se deben desarrollar previamente habilidades de comparación, y luego pasar a la medición propiamente tal. A continuación, presentamos etapas que están presentes en el aprendizaje de la medición.

- **Etapa 1; reconocimiento del atributo:** en esta etapa, es necesario identificar la pregunta que se quiere responder, para así reconocer el atributo que se quiere medir. En los primeros años de escolaridad, es importante que los niños y niñas reconozcan el atributo que desean comparar y no confundan estos atributos. Por ejemplo, si se desea comparar el volumen que encierran 2 botellas, no es correcto comparar las alturas de ellas; los niños y niñas pueden decir frases como "esta botella encierra más volumen que esta otra, porque es más larga", confundiendo así los atributos de volumen y longitud.

- **Etapa 2; comparación directa:** una vez determinado claramente el atributo a medir, podemos comparar objetos con respecto a este, utilizando frases como: "es más grande", "es más pequeño", "miden lo mismo", "es más pesado", "es más liviano", "tienen la misma masa", etc. La literatura recomienda comenzar comparando directamente, es decir, para comparar el largo de 2 cordones, se sugiere "empatar" ambos cordones poniendo uno al lado del otro, hacer coincidir uno de los extremos de cada uno y ver cuál supera a cuál. También podemos comparar el volumen que encierran dos botellas trasvasijando el contenido de una en la otra.

- **Etapa 3; comparación indirecta:** en un tercer paso se puede comparar indirectamente usando alguna ley de transitividad. Por ejemplo, un cordón es "más corto" que el largo de una banca y el otro es más largo que la misma banca; por lo tanto, el primer cordón es más corto que el segundo.

- **Etapa 4; ¿cuántas veces cabe?:** las fases anteriores son precursoras de la medición. Recién en esta etapa se comienza con la medición propiamente tal. Aquí, cuando ya no hay confusión de atributos, se les pide a los niños y niñas que comparen 2 objetos, pero ahora "es más largo" o "más pesado" ya no basta, ahora es necesario cuantificar. ¿Cuántas veces cabe tu cuarta en el largo del cuaderno? o ¿cuántas veces cabe el largo de tu dedo gordo en el largo del lápiz?

- **Etapa 5; uso de unidades de medida:** una vez que no haya confusión respecto al atributo a medir, ya se hayan realizado comparaciones directas e indirectas y se haya calculado cuántas veces cabe un objeto en otro, es el momento de hablar de unidades de medida. Es decir, medir con una misma unidad varios objetos y así comparar objetos mediante la medida referida a una unidad fija.

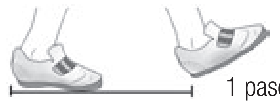
- **Etapa 6; desarrollo de unidades estandarizadas de medida:** para finalizar, es necesario hacer surgir la necesidad de usar medidas estandarizadas, para comunicar información referida a mediciones. Preguntas del tipo: "María midió con su mano y dice que el ancho de la mesa mide 4 cuartas y media; por su parte, Claudia también midió con su mano y dice que el ancho de la puerta es 4 cuartas y media. ¿Es cierto que el ancho de la mesa y el ancho de la puerta miden lo mismo?" ayudan a reflexionar acerca de la necesidad de utilizar unidades estandarizadas.

Estas etapas sugieren un camino a seguir para desarrollar habilidades de medición, pero en ningún caso corresponde a un escalafón en el cual no se pueden saltar peldaños o unificar fases. La decisión la debe tomar el profesor, teniendo en mente los conocimientos y habilidades de los niños y niñas de su curso y el nivel de escolaridad. En algunos casos, por ejemplo, las etapas 2 y 3 se pueden desarrollar al mismo tiempo.

Ejercicio

1. Considere la siguiente actividad de un texto escolar y responda:

Con pasos



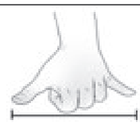
1 paso

4. Anota tu medida, la de un compañero/a y la del profesor/a.

	Tú	Compañero/a	Profesor/a
Largo de la sala	pasos	pasos	pasos
Ancho de la sala	pasos	pasos	pasos

¿Son iguales las medidas? ¿Por qué?

Con cuartas



1 cuarta

5. Anota tu medida, la de un compañero/a y la del profesor/a.

	Tú	Compañero/a	Profesor/a
Largo escritorio alumno	cuartas	cuartas	cuartas
Ancho escritorio alumno	cuartas	cuartas	cuartas
Alto escritorio alumno	cuartas	cuartas	cuartas

¿Son iguales las medidas? ¿Por qué?

¿A cuál etapa de las antes descritas corresponde esta actividad? Explique.

3. Medición de distintas magnitudes

Es común, en los primeros niveles de enseñanza básica, usar unidades no estandarizadas (informales) para medir longitud y a veces área, pues permite concentrarse en el proceso de medición. Sin embargo, si el sentido de medición ya está logrado en el niño, no es tan claro que sea necesario completar todo el proceso (comparación, unidades no estándar, unidades estandarizadas) para la medición de nuevos atributos. Esto también tiene que ver con las habilidades que poseen los niños y niñas. Si un niño observa cómo su padre mide en centímetros cuando trabaja en carpintería, él mismo utiliza huinchas y conoce perfectamente la unidad centímetro; la literatura afirma que no se gana nada haciendo pasar a ese niño por el uso de medidas no estandarizadas de longitud. A continuación, comentamos algunas de las ventajas del uso de medidas no estandarizadas en niños que recién son introducidos al proceso de medición.

- Las unidades no estandarizadas hacen más simple que el foco sea el atributo y no la unidad de medida. Por ejemplo, en la discusión acerca del área de una figura irregular, se pueden utilizar diferentes unidades informales y se obtendrán diferentes valores, lo que hace evidente que no es lo mismo el área que su medida. Entonces, la discusión se focaliza en qué significa medir el área. Además, aparece en forma más evidente que las mediciones son aproximaciones.
- Las discrepancias que aparecen al usar unidades no estandarizadas de medición muestran la necesidad de usar medidas estandarizadas para comunicar, de modo que todos entendamos lo mismo.

La iniciación de niños y niñas al proceso de medición debería ser, probablemente, con unidades informales y progresar a unidades e instrumentos estandarizados de medición. Los estudiantes de los primeros años de enseñanza básica requieren varias experiencias con una amplia variedad de unidades informales de medida de longitud, peso, volumen y otras. El uso de este tipo de unidades juega un rol clave en la adquisición de los conceptos y el desarrollo de las habilidades que son fundamentales para el proceso de medición; de esta forma, el aprendizaje de este contenido cobra mayor sentido para los alumnos.

Una vez establecidos los fundamentos del significado de la medición, al estudiar otras magnitudes, sobre todo en ciencias, no siempre es necesario pasar por todas las etapas enunciadas más arriba. Por ejemplo, al medir tiempo o temperatura, simplemente se podría comenzar utilizando unidades estandarizadas.

El uso de unidades estandarizadas debe contemplar numerosas y diversas experiencias que les permitan manipular y practicar el uso de reglas, huinchas, balanzas, pesas, etc. Esto permitirá que los niños y niñas se familiaricen con estas unidades de medida desde los primeros años de escolaridad, lo que les facilitará el trabajo de medición en cursos superiores y en la vida diaria.

Otro asunto importante a considerar en el uso de medidas informales es la elección de la unidad. La elección de la unidad puede estar condicionada por la exactitud y/o por la mejor comunicación. Por ejemplo, para medir el largo de un libro, las cuartas pueden ser unidades muy grandes; en ese caso, tal vez sea preferible usar el ancho de un dedo o el largo de un clip.

3.1 Medición de longitud

La longitud es, usualmente, el atributo que primero se aprende a medir. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no es simple de entender para estudiantes pequeños. Una de las complicaciones de la longitud es que es una magnitud física fundamental que no puede ser definida a partir de otras. Pese a esto, los niños y niñas tienen una idea intuitiva de longitud, ellos y ellas se expresan comparando longitud: "yo soy más alto que Martina", "el lápiz es más largo que un palo de fósforo".

Si en la hoja de papel dibujamos un segmento y le llamamos *u* (de unidad), y luego tomamos otro segmento, diremos que la longitud de este es la cantidad de veces que cabe *u* en él.

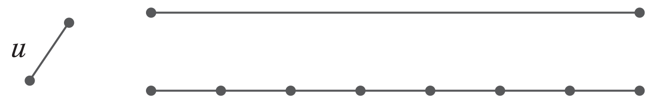


Figura I.15: en nuestro caso el segmento mide 7u.

Entonces, cuando consideramos una cuarta como unidad de longitud, no estamos pensando en todos los atributos de la mano, sino que solo en su largo; es decir, estamos considerando el extremo del pulgar y el extremo del meñique, y el segmento que está entre esos extremos.

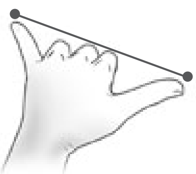


Figura I.16: una cuarta.

Ahora bien, si consideramos un alambre flexible, entonces su largo es el mismo cuando está estirado que cuando está enrollado, o cuando está en alguna forma curva. Entonces, para medir el largo de un alambre nos basta estirarlo y medirlo cuando está en una línea recta.

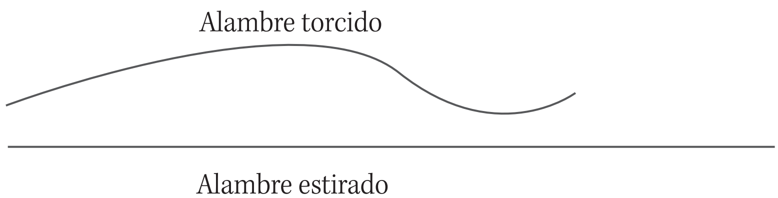


Figura I.17: un mismo alambre: torcido y estirado.

Cuando medimos el ancho de un libro, lo que hacemos es fijarnos en una recta que está paralela al borde del libro y medir el largo de este segmento de recta.

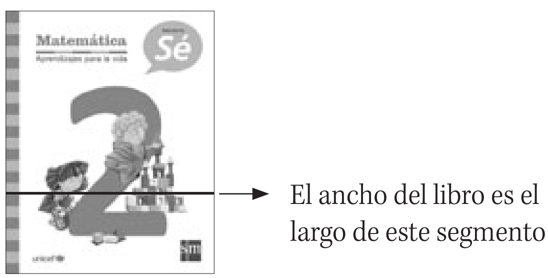


Figura I.18.

Las primeras actividades podrían estar destinadas a comparar longitudes, a usar palabras como "más largo", "más corto", "miden lo mismo". Para hacer esta comparación, la pueden hacer directamente: por ejemplo, poniendo un cordón al lado del otro para decidir cuál es más largo. O bien, que un niño se pare al lado de una niña y decida quién es más alto. También se puede comparar indirectamente: un niño se para de espaldas a la pared y marca el borde superior de su cabeza, y lo mismo hace la niña, el niño más alto es el dueño de la marca que está más arriba.

Luego, es necesario cuantificar cuántas veces cabe un objeto en otro, en cuanto a su longitud, para después pasar a unidades de medida, informales y formales. Es importante recordar que la medición es cuantificar cuántas veces cabe la unidad en el objeto a medir, la pura comparación de "más grande" o "más pequeño" no constituye una medición.

Es importante que se midan objetos que no son necesariamente líneas rectas. Un error que puede aparecer en niños pequeños es creer que la longitud es un atributo exclusivamente de objetos rectos. Para ello, es importante usar cordones, cintas o cuerdas que permitan medir objetos irregulares. Esto también da la idea de medición indirecta.

Ejercicio

Describa una estrategia para medir un alambre que no se puede estirar.

3.1.1 Medidas de longitud

Al utilizar medidas no estandarizadas, se centra el estudio en la habilidad de medir y no en las unidades. Además, ayuda a utilizar unidades adecuadas. Por ejemplo, para medir el largo de la sala, los niños no deberían utilizar como unidad un clip, sino que un paso, o un pie, etc.

Una vez que se ha comunicado información de longitudes utilizando unidades no estandarizadas, surge la necesidad de utilizar unidades estandarizadas. Si un estudiante dice que su cordón mide 3 cuartas y 2 dedos, y otro estudiante dice que su cordón mide 3 cuartas exactamente, ¿cómo decidir cuál es el cordón más largo? O si queremos comprar un vidrio para una ventana y necesitamos saber cuánto vale ¿cómo le damos por teléfono las dimensiones de la ventana al dependiente? Es por esto que necesitamos utilizar medidas estandarizadas, para comunicar información.

Ejercicio

Considere la siguiente situación:

Al pedirle a un niño que determine cuántas veces cabe un lápiz en el largo de la mesa, el niño dice que mide exactamente 5 lápices. Sin embargo, cuando explica su procedimiento, la profesora Hernández se da cuenta de que utilizó diferentes lápices de distinto largo, y de hecho, los escogió de tal forma que la respuesta fuera un número entero.

¿Qué actividad podría sugerirle usted a la profesora Hernández, para que se la asigne al niño, con el fin de que el estudiante se sienta en la necesidad de usar unidades del mismo tamaño?

3.1.2 Unidades estandarizadas de longitud

El conocimiento de unidades estandarizadas de longitud es un objetivo de cualquier currículo de matemáticas y ciencias. Estas surgen de la necesidad de comunicar información que sea universalmente comprendida. El Sistema Internacional (SI) de medidas tiene como *base* de unidad de longitud el metro. El metro es la distancia que recorre la luz en el vacío en $\frac{1}{299.792.458}$ partes de un segundo. En 1889 se materializó el *metro patrón* de platino e iridio depositado en la Oficina Internacional de Pesos y Medidas en París. El símbolo del metro es m, no es una abreviatura, por lo tanto, no admite plural; es decir, para anotar cuatro metros en símbolos, escribimos 4 m y no 4 ms ni tampoco 4 mts; como símbolo, tampoco admite mayúsculas. Aproximadamente, un metro es la medida de un paso de un adulto.

La palabra *metro* proviene del griego *metrón* que significa "medida". Del metro se desprenden subunidades de longitud, como el *centímetro* (una centésima de metro), el *milímetro* (una milésima de metro). Utilizando el metro como base, se describen unidades mayores que el metro, como el kilómetro (mil veces un metro). La siguiente tabla muestra algunas equivalencias:

Unidad	Símbolo	Correspondencia
Milímetro	mm	$1\text{ mm} = \frac{1}{1000}\text{ m} = \frac{1}{10}\text{ cm}$
Centímetro	cm	$1\text{ cm} = \frac{1}{100}\text{ m} = 10\text{ mm}$
Metro	m	1 m = 100 cm = 1000 mm
Kilómetro	km	1 km = 1000 m

Tabla I.1.

En general, el prefijo "mili" significará la milésima parte; por ejemplo, miligramo significará la milésima parte de un gramo. Del mismo modo, el prefijo "kilo" significará mil veces; por ejemplo, kilogramo significará mil veces un gramo. La siguiente tabla muestra algunos otros prefijos:

Prefijo	Símbolo
Nano	Mil millonésima parte
Micro	Millonésima parte
Mili	Milésima parte
Centi	Centésima parte
Deci	Décima parte
Deca	10 veces
Hecto	100 veces
Kilo	1.000 veces
Mega	1.000.000 veces
Giga	1.000.000.000 veces

Tabla I.2.

Por ejemplo, un micrómetro es la millonésima parte de un metro y su símbolo es µm. El diámetro de la tierra mide aproximadamente 12.700 kilómetros, es decir, 12.700.000 metros, es decir, 12,7 megametros. Así que, en términos prácticos, en medidas terrestres no utilizaremos los gigametros. Aparte del Sistema Internacional de medidas, existe otro sistema de unidades de longitud que se utiliza en Gran Bretaña y algunos países que fueron sus colonias, incluyendo a Estados Unidos. Este sistema contempla: la pulgada, el pie, la yarda y la milla.

Una pulgada es la medida de la primera falange del dedo pulgar (el dedo gordo), es por esto que a estas unidades se les llama *antropométricas*, pues son medidas del cuerpo humano. Como esa medida depende de cada persona, al momento de estandarizarla se decidió que sería la medida de la falange del rey de turno; el valor escogido equivale aproximadamente a 25,4 milímetros. El símbolo de la pulgada es **in**, que proviene de la palabra *inch* ("pulgada" en inglés).

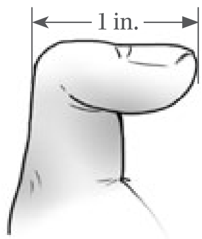


Figura I.19: una pulgada.

La unidad conocida como pie corresponde a 12 pulgadas, que en el Sistema Internacional equivale aproximadamente a $12 \cdot 2{,}54$ cm = 30,48 cm.

Ejercicios

1. Cuál unidad del SI usaría para describir:
   a. La altura de un edificio.
   b. El ancho de un libro.
   c. El grosor de una moneda.
   d. El contorno de una moneda.
   e. El contorno de la Tierra.
   f. El contorno de una cancha de fútbol.
   g. La altura del Volcán Villarrica.
   h. El ancho máximo de Chile continental.

2. Complete la siguiente tabla de equivalencias de unidades de medida:

Milímetros mm	Centímetros cm	Decímetros dm	Metro m	Decámetro[1] dam	Hectómetro hm	Kilómetro km
1.000.000	100.000	10.000	1000	100	10	1
					0,008	
					20	
				5		
						3,5
	600					
		8.700				

[1] Decámetro = 10 metros.