TEMA 23. LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA. UNIDADES E INSTRUMENTOS DE MEDIDA. ESTIMACIÓN Y APROXIMACIÓN EN LAS MEDICIONES. RECURSOS DIDÁCTICOS E INTERVENCIÓN EDUCATIVA

INTRODUCCIÓN

El tema 23 del temario que a continuación voy a desarrollar trata las magnitudes y su medida, que tal y como sugiere Ángel Alsina en su libro “Desarrollo de competencias matemáticas”, no debe asociarse únicamente al cálculo rápido de conversiones entre unidades, además debe incluir un conocimiento comprensivo y funcional de las magnitudes que encontramos con mayor frecuencia en la vida diaria, la longitud, superficie, volumen, masa, capacidad o el tiempo.

Según Alsina el alumnado de 6 a 12 años debe adquirir competencia en conocer las principales magnitudes medibles de manera experimental, adquirir la noción de unidad de medida, practicar con contenidos realistas, descubrir el significado de las medidas aproximadas o utilizar la estimación e instrumentos de medida, todo ello les ayudará a conocer mejor el entorno en el que nos movemos.

Para conseguirlo propone seguir un proceso con un enfoque manipulativo, que comience con una primera fase de preparación, con actividades de comparar y ordenar o componer y descomponer magnitudes, entre otras, para posteriormente practicar con las medidas, adquiriendo la noción de unidad y practicar la estimación y el uso de instrumentos y finalizar con el trabajo de las relaciones entre unidades, que incluyen los sistemas de medida (directa e indirecta) y la noción de aproximación.

Estas actividades deben ir ligadas a contextos reales y buscando la verbalización de las acciones realizadas, para favorecer su comprensión e interiorización.

1. LAS MAGNITUDES Y SU MEDIDA

1.1. Concepto de magnitud

Para comenzar el tema se va a explicar el concepto de magnitud, para los autores Godino, Batanero y Roa, 2004, la existencia de una magnitud implica necesariamente la necesidad de medir algo, si queremos medir algo lógicamente es para expresar una cantidad, por tanto definen:

- **Las magnitudes:** como atributos o rasgos que varían de manera cuantitativa y continua o discreta
- **Cantidades** son los valores de dichas variables.
- **Y medir** una cantidad consiste en determinar las veces que esa cantidad contiene a la cantidad que se toma como referencia, la unidad de medida.

1.2. Tipos de magnitudes

Una vez conceptualizadas las magnitudes, se va a hacer una clasificación de los tipos de magnitudes desde dos vertientes:

En la primera clasificación, podemos distinguir dos tipos de magnitudes, continuas y discretas. Las primeras hacen referencia a fenómenos continuos como la longitud, masa, capacidad o el tiempo, donde existen valores intermedios entre cantidades, mientras que las discretas se refieren a fenómenos discontinuos en los que no existe una cantidad continua entre dos valores, por ejemplo al caminar no existe un paso intermedio entre el primer y segundo paso.

A nivel escolar, las magnitudes continuas son las que reúnen un gran valor didáctico con multitud de posibilidades de trabajo como investigación y experimentación en el entorno cercano (aula, patio, casa, objetos escolares, etc).

En una segunda clasificación, podemos distinguir dos tipos de magnitudes, según Godino, Batanero y Roa, 2004:

- * **Magnitudes no aditivas o intensivas:** que se caracterizan por ser rasgos sumativos, pero el resultado de la suma no es exactamente la adición de los mismos. Esto sucede con magnitudes como la densidad, presión o temperatura donde por ejemplo, si mezclamos dos líquidos con una densidad a y b , el líquido resultante no tiene una densidad que sea la suma de $a+b$.
- * **Magnitudes aditivas o extensivas:** en este caso la cantidad de magnitud de un objeto compuesta de partes, se obtiene agregando las cantidades de cada parte. En este tipo de magnitudes se encuentran la longitud, masa, capacidad, superficie, tiempo, dinero, etc. La importancia de estas últimas para la práctica escolar radica en su proceso de matematización.

Con respecto a las magnitudes de **masa y peso**, la masa es la cantidad de materia que posee un cuerpo, por el contrario el peso es la fuerza de atracción de la Tierra sobre cualquier cuerpo, aunque en la escuela no se suelen distinguir.

Con respecto al volumen y capacidad, el primero se define como la característica de todos los cuerpos de ocupar espacio, mientras que la capacidad como la cualidad de algunos cuerpos de contener líquidos o materiales sueltos.

El área superficie son conceptos usados de manera indiferente pero que poseen un matiz de diferenciación. La superficie se debería reservar para designar la forma del cuerpo (superficie plana, triangular, etc) mientras que la palabra área debería designar la extensión de la superficie.

1.3. La medida de las magnitudes

Una vez detalladas las magnitudes, el siguiente paso es establecer cómo medirlas. En este sentido, para los 3 autores citados anteriormente, el **proceso de medida de magnitudes**, consiste en seleccionar por un lado el objeto a medir y por otro la unidad de medida y el instrumento de medida correspondiente para realizar posteriormente el proceso de medición por estrategias de adición, comparación, o superposición.

Generalmente se distinguen dos tipos de medida: directa e indirecta. Las **medidas directas** se realizan utilizando los instrumentos de medida. Ello supone que se aplica de forma reiterada la unidad de medida hasta alcanzar la longitud que se quiere medir, hasta llenar una vasija, etc.

Las **medidas indirectas** se utilizan cuando el objeto no puede medirse directamente, bien por su tamaño, forma, etc., pero se puede determinar la medida del objeto mediante operaciones aritméticas.

Una vez ideadas las magnitudes y el proceso de medición, debemos establecer los sistemas y unidades de medida. Sobre esto, existen tantos sistemas de medida e instrumentos como personas hayan querido idearlos. Aunque a nivel escolar lo importante es la adquisición del proceso de medición y el manejo de instrumentos, se debe justificar la existencia de un sistema convencional de unidades de medición que es comúnmente aceptado prácticamente en la totalidad del mundo.

Desde esta perspectiva se distinguen dos tipos de **sistemas de medida**, regulares e irregulares:

- Los sistemas regulares de unidades de medida son aquellos que poseen unidades de medida principales, múltiplos y divisores de la misma.
- Los sistemas irregulares son aquellos que, por el contrario, no contienen unidades de medida principales y subunidades.

Desde esta perspectiva se impone, lógicamente, el uso común de un sistema de medida acordado convencionalmente y aceptado. El sistema básico a nivel mundial es el **Sistema Métrico Decimal**, en el que los cambios de unidades principales a múltiplos o divisores de la misma se realizan de diez en diez en las magnitudes.

La gran cantidad de magnitudes, unidades y sus equivalencias, hace que se cree la **metrología** como ciencia encargada del estudio de las unidades y de las medidas de las magnitudes, así como de las condiciones y características a todos los niveles de los métodos e instrumentos de medida.

De esta forma, en 1960 se acuerda el establecimiento de un sistema universal, unificado y coherente, de unidades de medida. Este sistema universal se conoce como SI, iniciales de Sistema Internacional, inicialmente considerando las magnitudes de longitud, peso y tiempo y posteriormente ampliado hasta las unidades actuales.

Al **patrón** de medir lo llamamos **unidad de medida**. Dicha unidad de medida debe cumplir las siguientes condiciones:

- **Ser inalterable**, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.
- **Ser universal**, es decir, utilizada por todos los países.
- Y ha de ser **fácilmente reproducible**.

A nivel escolar de primaria las más trabajadas y por tanto, las unidades con mayor presencia curricular en el área de matemáticas son las magnitudes de longitud, masa, tiempo, capacidad y área o superficie, cuyas unidades principales respectivamente son el metro expresado con la letra “m”, gramo “g”, segundo “s”, litro “l” y metro cuadrado “m²”, todas estas magnitudes con sus múltiplos y divisores.

2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA DE MAGNITUDES

Según hemos visto con anterioridad, en el proceso de toma de medidas, hay un momento en el que es preciso seleccionar el instrumento de medida que se va a utilizar y en qué unidad se va a realizar el proceso. Por ejemplo, si se van a medir las mesas del aula, el instrumento y la unidad será diferente que si se va a medir el largo del patio.

Por tanto, para la selección del instrumento es necesario considerar los siguientes aspectos:

- La naturaleza de la magnitud.
- El tamaño del objeto.
- La economía en el proceso de medición.
- Y la facilidad de manipulación del instrumento.

A su vez, los instrumentos de medida deben cumplir una serie de características: que sean precisos, el rango de medida, rápido en cuanto que necesite poco tiempo para su calibrado antes de usarse, sensible, por ejemplo una balanza que aprecie “mg” es más sensible que otra que aprecia “g”, y fiel en cuanto que reproduzca siempre el mismo valor si se mide una misma cantidad y en las mismas condiciones.

Algunos instrumentos de medida pueden ser:

- Para la **masa**: balanza, báscula, espectrómetro de masa o catarómetro.
- Para el **tiempo**: reloj analógico y digital, cronómetro o calendario.
- Para la **longitud**: cinta métrica, interferómetro o reloj comparador.

3. ESTIMACIÓN Y APROXIMACIÓN DE LAS MEDICIONES

Desde una perspectiva exclusivamente escolar, la estimación podemos entenderla como el conjunto de actuaciones encaminadas a valorar una magnitud de forma aproximada sin usar instrumentos de medida.

Hasta ahora, la práctica habitual en la escuela es el trabajo, casi exclusivo, de los aspectos referentes a la exactitud en Matemáticas. Sin embargo, en la vida cotidiana, gran parte de los problemas se resuelven haciendo estimaciones (“tardaré más o menos una hora” o “había más de cien personas”).

Sin quitar importancia a la búsqueda de la exactitud, sería útil darle el valor que se debe al desarrollo de la capacidad de estimar, ya que puede ser el método más eficaz de llegar a la exactitud cuando ésta sea necesaria.

Para el desarrollo didáctico del proceso de estimación y aproximación de medidas es necesario trabajar con el alumno capacidades como:

- Analizar lo que tiene que medir.
- Identificar la magnitud y el valor de la misma.
- Trabajar en equipo.

- Hacer hipótesis sobre estimaciones o explicaciones de una acción.
- Aprender a través del juego.
- Planear una estrategia para resolver una estimación.
- Manipular objetos.
- Hacer operaciones aritméticas.
- Verificar hipótesis, estimaciones u operaciones.

Además para realizar estimaciones de medida habría que adquirir ciertas habilidades que se consiguen con la práctica, para ello deben realizarse mediciones de objetos reales, para poco a poco ir disminuyendo el error con el número de estimaciones realizadas. Además es necesario practicarla con cada una de las unidades que se van presentando al niño.

En un primer momento, el alumno debe comenzar a realizar comparaciones entre objetos atendiendo a su longitud. Esto le permite interiorizar los conceptos de “mayor que” y “menor que”. Posteriormente irá interiorizando las unidades corporales de medida como el palmo, el pie o el paso, para usarlos como instrumentos de medida aproximada, así como la estimación de la medida de objetos cercanos (altura de una puerta o el largo de la clase). Después debe realizar la medida exacta de los mismos y comparar los resultados para descubrir el error cometido en la estimación. Este proceso se repite con el resto de unidades convencionales.

Existen algunas estrategias que facilitan la estimación como visualizar la unidad que se va a usar y repetirla sobre el objeto que se va a medir, servirse de objetos iguales, hallar mitades, etc, además de realizar en voz alta muchos de estos cálculos, pensar, discutir y dialogar sobre los mismos.

4. RECURSOS DIDÁCTICOS E INTERVENCIÓN EDUCATIVA

4.1. La medida de magnitudes en el currículum de Educación Primaria

Con respecto a las competencias básicas, el concepto de magnitud y los procesos de medida desarrollan principalmente la competencia matemática, el conocimiento e interacción con el mundo físico y la competencia en el tratamiento de la información y competencia digital, tal y como se establece en el Anexo II del RD 1513/2007 del 7 de diciembre de enseñanzas mínimas de la EP.

A nivel de objetivos del área en la etapa, en relación a la medida de magnitudes tendrá como objetivo el uso de instrumentos y estrategias personales de cálculo mental y medida.

Por lo que respecta a los contenidos, se trabaja, tal y como establece el D 111/2007 de nuestra comunidad, en el bloque 2 del área de matemáticas, La medida: estimación y cálculo de magnitudes.

4.2. El proceso de medición en la escuela

Reforzando lo que se ha ido diciendo a lo largo de los epígrafes anteriores, la secuencia didáctica del proceso de medición que realiza el alumno pasa por tres momentos: percepción, comparación y asignación de una referencia estándar.

La **percepción** hace referencia a lo que debe ser medido, en este sentido la labor del docente será la propuesta de estímulos y objetos con rasgos y propiedades que creen la necesidad al alumno de realizar una medición.

Una vez realizada la medición, el alumno siente la necesidad de realizar una **comparación**, de su resultado con el de los demás. Ello puede dar lugar a diferentes resultados y de esta forma llegar a la necesidad de un **patrón de medida estándar** que podamos aplicar sucesivamente y que corresponde con el tercer y último paso del proceso de medición en la escuela.

El siguiente paso es ampliar en los alumnos la justificación de los procesos de medida y de las diferentes unidades del sistema internacional.

Según Godino, Batanero y Roa, la secuencia de trabajo con las diferentes magnitudes debe ser la siguiente:

- Comparar y ordenar.
- Hacer estimaciones sobre la cantidad a medir.
- Elegir el instrumento y la unidad más adecuada, eligiendo entre los múltiplos y divisores.
- Realizar la medición, es decir, comprobar cuántas veces está comprendida la unidad en la magnitud que medimos.
- Compara la medición con la estimación realizada y valorar el error cometido.

En el epígrafe 2 se han los instrumentos de medida que se pueden usar, no obstante en los primeros pasos del trabajo sobre magnitudes en la escuela, no se suelen utilizar estos instrumentos de medida estándar, sino otro tipo de objetos más cercanos al alumno tal y como establece Chamorro, por ejemplo:

- **Longitud:** lápices, peines, farolas, árboles, palillos, etc.
- **Tiempo:** seriación de acciones, rutinas diarias y su ordenación.
- **Capacidad:** vasos, jarras, botellas, piscinas, etc.
- **Masa:** bolas, esas, sacos, camiones, etc.
- **Superficie:** polígonos, normalmente regulares, dibujados sobre una cuadrícula.

A continuación se presenta unos ejemplos de procesos didácticos para algunas de las magnitudes que se trabajan en primaria:

El **proceso didáctico** para el trabajo de la magnitud de **capacidad** sería el siguiente:

1. Las unidades arbitrarias de capacidad: jugando a llenar o vaciar un gran recipiente usando uno o varios recipientes pequeños. Así el niño adquiere su primera experiencia sobre el volumen o capacidad.
2. Las series de unidades arbitrarias: con recipientes de diferentes capacidades, plantear cuántas veces se puede llenar uno con el otro.
3. Unidades arbitrarias de la misma capacidad pero de formas diferentes: se trata de que comprendan que la misma cantidad de agua o arena pueda estar contenida en recipientes con formas diferentes, pero que tengan el mismo volumen.
4. Presentación de las unidades legales: se retiran todos los recipientes excepto los que contienen un litro, medio litro o un cuarto de litro.

El **proceso didáctico** para el trabajo de la magnitud de **masa** sería:

1. Empezar con juegos conceptuales: diferenciar lo que significa pesado, ligero, más pesado que, menos pesado que, tan pesado como, etc.
2. Empleo de la balanza: presentarla y usarla simplemente para comparar la masa de dos objetos y no para averiguar su “masa absoluta”.
3. Unidades arbitrarias: juegos para equilibrar la balanza utilizando diferentes materiales
4. Introducción de medidas legales: justificación de las medidas legales conocidas.

Por último se van a detallar dos propuestas didácticas, “**Aulas temáticas**” y “**La medida en la ruta de los relojes**”, como ejemplo de dos formas de trabajar de una forma diferente y novedosa las magnitudes y su medida.

AULAS TEMÁTICAS

Es una actividad de juego simbólico en el que se proponen diferentes situaciones y en cada una de ellas hay un número determinado de roles que deben desempeñar los alumnos. Para desempeñarlo adecuadamente, deben conocer las normas básicas del juego y cada alumno debe conocer su función.

Este juego precisa de una preparación previa, preparando material, desempeñando la labor de cada rol y los contenidos que queremos trabajar.

Las situaciones que se proponen son un supermercado, una casa, un restaurante, la consulta del médico y un banco, los cuales están interrelacionados de tal forma que por ejemplo los que tienen el rol de padre y madre en la casa, tienen que ir a sacar dinero del banco para poder comprar en el supermercado. A modo de ejemplo se va a detallar el trabajo de dos de ellos, en los que se trabajan, entre otros contenidos, varias magnitudes y su medición, el supermercado y la consulta del médico.

En el supermercado hay un vendedor y una vendedora cuyo trabajo consiste en clasificar los productos que se van a vender, ir al banco a pedir dinero, asegurarse que tendrá cambio, hace el inventario de lo que tiene y prepara ofertas atractivas para atraer clientes. Cuando llega un cliente (padre, madre, médico, banquero, etc) tiene que atenderlo con amabilidad, pesar el producto utilizando una báscula, hacer la lista de lo que se lleva, hacer las cuentas y devolver el cambio.

En la consulta del médico, hay un médico, un ayudante, un recepcionista y dos enfermeros, todos se ponen el atuendo necesario, programan la agenda de consulta y llaman a las familias (padres y madres) para recordarles las horas de visita. Hacen revisiones como medir o pesar a los bebés (se usan muñecos), recetar medicamentos, ponen vacunas, curan heridas etc. En este espacio temático es muy importante la comunicación para coordinarse y por tanto aprender a trabajar en grupo.

En el trabajo con las aulas temáticas se destaca el valor de las interacciones entre alumnos y el proceso de construcción individual y de socialización, ayudan a la formación de la personalidad del niño y adaptación a la realidad. Permite atender a la diversidad de manera práctica y sencilla, además de que los alumnos sitúen y retengan sus conocimientos tanto matemáticos como de otra índole.

LA MEDIDA EN LA RUTA DE LOS RELOJES

Esta actividad está diseñada para realizarse durante el primer ciclo de primaria. Consiste en hacer un itinerario por el casco urbano, donde se pueden encontrar distintos tipos de relojes. Para realizarla, los alumnos necesitan un cuaderno de investigador, un lápiz y un rotulador, además de un despertador, un cronómetro y una cámara fotográfica.

A lo largo del recorrido, se va pasando por un reloj de sol, el reloj del campanario, el reloj de un parquímetro, una relojería, el marcador de baloncesto del polideportivo y un cronómetro que tenemos en la escuela.

Durante el mismo, van ubicando los relojes en el cuaderno además de realizar las actividades que aparecen en él, comenzando por la descripción del reloj y otras destinadas a compararlos entre ellos y observarlos para extraer la información necesaria con el fin de descubrir su funcionamiento.

Se van haciendo fotos de cada reloj y en la última página del cuaderno hay una zona para registrar cada media hora el tiempo transcurrido y anotar en qué lugar nos encontramos en ese momento.

Anteriormente para comprender el funcionamiento del reloj de sol se hacen actividades para ayudar a visualizar la posición del sol como recortar círculos que representen el sol y pegarlos en las ventanas indicando su posición, experimentar con las sombras para observar su dirección, longitud, etc y hacer el seguimiento a lo largo de un día de la sombra de un árbol, marcando en el suelo su sombra en diferentes momentos.

Una posible actividad posterior puede ser hacer un pequeño reportaje para explicar la experiencia en la página web del centro, en el que los alumnos escogen y ordenan las fotografías que ha realizado y escriben pequeños textos y hacen dibujos para explicar los descubrimientos de cada reloj.

Esta actividad ofrece a los alumnos la posibilidad de mirar la realidad con perspectiva matemática y, a la vez, resalta la necesidad de conversar e intercambiar información para construir nuevas ideas y aprendizajes.

Se puede realizar en un solo itinerario o en varios días y para realizarla precisa de haber sido trabajada con anterioridad la medida de tiempo de manera manipulativa y pautada.

BIBLIOGRAFÍA

- Didáctica de las matemáticas para maestros, de Godino, Batanero y Roa. Proyecto Edumat-Maestros, 2004.
- Dificultades de aprendizaje de las matemáticas, de Chamorro, MEC, 2001.
- Educación matemática y buenas prácticas, de Ángel Alsina y Nuria Planes, Grao, 2004
- Desarrollo de la competencia matemática con recursos manipulativos, de A. Alsina, Narcea, 2003
- Problemas. Colección de problemas matemáticos para todas las edades, de Lluís Pellicer. Grao, 2000
- Competencia matemática de Pellicer, Generalitat Valenciana, 2009
- Matemáticas para maestros de Godino. Proyecto Edumat-Maestros, 2004.

NORMATIVA LEGAL

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación
- Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la E. P.
- Decreto 111/2007, de 20 de julio, por el que se establece el currículo de EP en la Comunidad Valenciana.