

MODELOS MENTALES SOBRE EL CONCEPTO DE MEDIDA

Ligia Inés García Castro*
Andrea Milena Osorio Cárdenas**

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación que tuvo como pretensión comprender la estructura de los modelos mentales sobre el concepto de medida que poseen estudiantes de segundo grado de la educación básica y los estudiantes de formación complementaria (estudiantes que inician la formación docente). Para recoger la información, se emplearon técnicas de recolección de información, la observación y la entrevista semiestructurada, que fueron aplicadas a 8 estudiantes: 4 de segundo grado y 4 de formación complementaria. Los elementos de los modelos mentales que emergieron están relacionados con los modelos explicativos que sobre la medida han construido los estudiantes, las concepciones que tienen sobre la medida, el uso de representaciones semióticas y el contexto. El modelo explicativo cuantitativo es uno de los elementos que surge con frecuencia, se infiere que los contextos extraescolares en la construcción de la medida son un elemento potente para la construcción de la medida, y la dificultad en el uso de procesos de tratamiento y conservación en las representaciones semióticas que utilizaron los participantes en el estudio para expresar sus ideas de la medida.

Los resultados derivados de este proceso investigativo pretenden impactar los procesos de enseñanza del concepto de medida al reconocer los modelos que construyen los niños y jóvenes que pueden convertirse en un obstáculo para

* Mgr. en Pedagogías Activas y Desarrollo Humano. Docente e Investigadora, Universidad Autónoma de Manizales. Coordinadora de la línea de investigación en Didáctica de la Matemática en la Maestría en Enseñanza de las Ciencias. E-mail: ligiaines.garcia@gmail.com

** Licenciada en Matemáticas, Universidad Católica de Manizales. Estudiante de Maestría en Enseñanza de las Ciencias, Universidad Autónoma de Manizales. Docente, Escuela Normal Superior de Aranzazu. E-mail: anmiosca17@yahoo.es

Recibido 19 de marzo de 2008, aprobado 11 de agosto de 2008.

su conocimiento, y a su vez se convierten en insumos a tener en cuenta en las actividades que se desarrollan en el aula.

PALABRAS CLAVE: modelos mentales, medida, modelos explicativos.

MENTAL MODELS ON THE CONCEPT OF MEASUREMENT

Abstract

This article presents the research results of a research whose main objective was to understand the structure of mental models on the concept of measurement of second grade and complementary formation (students beginning their teaching training) students. For gathering information, direct observation and 8 semi-structured interviews were used, 4 to second grade students and 4 to complementary formation students. The elements of the mental models that came up are related to the explanatory models that students have constructed around the concept of measurement, the conceptions on measurement, and the use of semiotic representation and context. The quantitative explanatory model is one of the elements that frequently comes up, since it can be inferred that the extracurricular contexts are a potential element in the construction of said concept, and the difficulty in using treatment and conservation processes in semiotic representations implemented by students in the research, in order to express their measurement ideas.

The results obtained from this research process intend to impact the teaching processes of the concept of measurement when recognizing the models that the children and young adults construct, which could become an obstacle for their learning, and in turn, they become elements to be taken into consideration in classroom activities.

Key words: mental models, measurement, explanatory models.

INTRODUCCIÓN

Este estudio se enmarca en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas que se constituyen en el campo de investigación de la Didáctica de la Matemática. Desde el aporte que las ciencias cognitivas le ofrecen al campo de la

didáctica se apoya en la teoría de los modelos mentales propuesta por Johnson-Laird (1987, 2002), con el fin de comprender las representaciones que han construido los estudiantes alrededor de la medida, que se logra a partir de las interacciones que han recibido en su entorno familiar, social y escolar.

De acuerdo con esta perspectiva teórica, un modelo mental es un estado de cosas que desempeña un papel representacional o análogo directo; su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas correspondientes con el mundo. En la construcción de los modelos mentales influye la percepción visual, la comprensión del discurso, el razonamiento, la representación del conocimiento y la experticia (Tamayo & Sammartí, 2002).

Tal como sostiene Moreira (1996, 1998, 2001), cuando se indaga por los modelos mentales, la intención es explorar cómo los sujetos generan un modelo basado en sus representaciones mentales o internas, por tal motivo, indagar por los modelos mentales supone un ejercicio de análisis el cual debe inferirse del discurso, de las acciones y manifestaciones de los sujetos y de la reconstrucción del modelo que hace el investigador a partir de las afirmaciones, acciones de los sujetos y las explicaciones y justificaciones que hace frente a situaciones relacionadas con el concepto de medida.

En este sentido, se identificaron algunos componentes de los modelos mentales sobre el concepto de medida que poseen los estudiantes, se pudieron analizar las posibles relaciones que se dan entre estos componentes e identificar algunos posibles obstáculos que se dan en los modelos mentales de los estudiantes.

Para comprender la estructura de los modelos mentales que poseen los estudiantes sobre el concepto de medida, se partió inicialmente de la construcción de un modelo teórico que diera cuenta de las categorías iniciales de análisis, para ello se diseñó un primer instrumento de recolección de información, que posteriormente llevó a las investigadoras a elaborar nuevos instrumentos a partir de las categorías emergentes en esta primera recolección de información y así poder contrastar las categorías iniciales. De acuerdo con Goetz & LeCompte (1988), se parte de la teoría que permite definir algunas categorías iniciales del estudio, pero se dejan emerger otras categorías que dan cuenta de los modelos mentales que poseen los estudiantes en torno al concepto de medida.

El contexto en el que se llevó a cabo la investigación, corresponde a condiciones naturales del aula, con dos grupos de estudiantes; el primero, conformado por estudiantes de segundo grado, dos niñas y dos niños, con 7 años de edad; el segundo, conformado por estudiantes de formación complementaria, dos hombres y dos mujeres con edades entre 17 y 18 años, en una institución educativa de carácter urbano-rural del municipio de Aranzazu, en la zona norte del departamento de Caldas (Colombia). Se trata de una institución pública de Enseñanza de Preescolar, Básica, Media y formación complementaria que recibe niños y jóvenes provenientes de familias de diferente nivel socioeconómico.

Los criterios de selección de la unidad de trabajo tuvieron en cuenta, para el caso de los estudiantes de segundo grado, que el acercamiento a los conceptos relacionados con la medida fuera empírico pues dentro de la estructura curricular aún no se ha iniciado formalmente la enseñanza del sistema métrico. En cuanto a los estudiantes de ciclo complementario de formación como maestros, la intención de tener en cuenta este grupo de jóvenes tuvo que ver con el interés de indagar la influencia del contexto escolar en la formación de los modelos mentales, ya que estos jóvenes ya han recibido formación matemática y se encuentran en un proceso de formación como maestros. Es de aclarar que no se establecieron semejanzas y diferencias entre la estructura de los modelos mentales de los niños y los jóvenes, sólo se tuvo en cuenta para reconocer algunos componentes diferenciadores de los modelos tanto en niños como en jóvenes.

Las técnicas empleadas para la recolección de información fueron: entrevista semiestructurada y observación, ambas fueron videograbadas con el fin de registrar la mayor información posible, que tenía que ver con aspectos relevantes e irrelevantes en la construcción del modelo mental de medida y además por la posibilidad de volver sobre lo observado, cuantas veces fuera necesario y así reconstruir los modelos mentales en torno al concepto de medida.

Se parte de investigaciones realizadas alrededor de las dificultades que se han encontrado en la didáctica de las matemáticas sobre el concepto de medida (Chamorro, 1991, 2001, 2003; Dickson, 1991; Vergnaud, 1991; Godino, 2004), en donde se tienen en cuenta aspectos como:

- La medida tiene una fuerte relación con el número, pero en la escuela esa relación ha sido un obstáculo para el aprendizaje de la medida y sus magnitudes.

- La enseñanza se ha olvidado del proceso histórico de este aspecto y para ella lo importante ha sido la utilización de las medidas convencionales, dejando de lado lo que ha construido el niño alrededor de lo que es medir y su comprensión.
- La medición en la escuela es casi siempre ostensiva.
- Las prácticas habituales de los docentes, son productoras de obstáculos didácticos, que refuerzan a menudo obstáculos epistemológicos.
- Hay una fuerte resistencia a la utilización de las unidades convencionales, en beneficio del uso de objetos como patrones de medida, que proceden de su entorno.

Con el fin de comprender el fenómeno a investigar se rastreó información alrededor de las dificultades en el aprendizaje y enseñanza de la medida donde se encontraron autores como Brousseau & Brousseau (1991- 92), Chamorro (1991, 2001, 2003), y desde el concepto de modelos mentales se encontraron autores que los han hecho desde las matemáticas: Elichiribehety, Otero & Fanaro (2002), Otero y Banks-Leite (2006); también, algunos autores de las ciencias experimentales: Moreira & Greca (1996, 1998), Moreira, Rodríguez & Marrero (2001), Tamayo & Sanmartí (2002). En cuanto a lo relacionado con el aprendizaje y la enseñanza de la medida, Brousseau & Brousseau (1991-92) en su artículo “El peso de un recipiente. Estudio de los problemas de la medición en CM”, concluye:

- La necesidad del dominio de los objetos matemáticos no se tiene en cuenta, ya que los alumnos están inmersos en situaciones y entornos institucionales en las que ni ellos, ni los maestros, pueden siempre fácilmente aprender o controlar el desfase con relación a las diferentes exigencias: conocimientos teóricos sabios, conocimientos escolares.
- Las relaciones entre el saber y lo concreto, entre la práctica y la teoría, no son tratadas como objetos de enseñanza ni explícitos, ni implícitos.
- Los alumnos siguen utilizando el modelo de medida natural sin plantearse ninguna cuestión, ni sobre el problema a resolver, ni sobre la estructura matemática construida, ni sobre las desviaciones que podrían subsistir por otras razones.

En los estudios realizados por Chamorro (1991, 2001, 2003), acerca del tratamiento de la medida en la edad escolar, expone las dificultades de los alumnos y profesores frente a la medida, y sostiene que las dificultades de los alumnos siguen siendo las mismas de una generación tras otra:

- Las prácticas escolares siguen siendo muy homogéneas, se centran en las actividades de tipo formal, dedicando mucho tiempo a solucionar problemas derivados de la escritura correcta de una medida y a las conversiones de unidades, en las que paradójicamente se encuentra mucha dificultad. Por el contrario, las actividades de estimación, aproximación de medidas, que serían de gran utilidad en la vida corriente, son las menos frecuentes.
- El aprendizaje de los instrumentos de medida se limita a la cinta métrica y la balanza, sin que ni siquiera haya un trabajo sistemático que permita asegurar que los alumnos comprendan el sentido de la graduación de estos instrumentos. En relación a la graduación ningún manual escolar se plantea un trabajo específico, de forma que se sobreentiende que su comprensión y lectura forman parte de un aprendizaje social que no está bajo la responsabilidad de la escuela.
- Incapacidad de los alumnos para distinguir magnitudes diferentes, por ejemplo: superficie y perímetro, masa y volumen, entre otros.

Estos aspectos permitieron comprender los diferentes obstáculos que se han encontrado alrededor de la enseñanza de la medida; además de ello, aportaron información para la elaboración de los instrumentos y el planteamiento de unas categorías iniciales, relacionadas con los elementos conceptuales de la medida como eran la unidad, la magnitud, la selección de instrumentos, entre otros.

Además de lo anterior, poder inferir que a pesar de las diferentes investigaciones realizadas, las prácticas de enseñanza alrededor de la medida y en general de las matemáticas, siguen apuntando a un modelo formal e instrumental de la misma.

En cuanto a los antecedentes alrededor de modelos mentales, estas investigaciones aportaron al estudio elementos relacionados con aspectos metodológicos, ya que los modelos mentales al ser representaciones internas del mundo que han construido los sujetos, es complejo de investigarlo.

En las investigaciones de Otero (2006) se utilizó la entrevista clínica que permitió analizar los modelos mentales; en las investigaciones realizadas por Moreira & Greca (1996, 1998), Moreira (2001) las técnicas que emplearon para la recolección de la información fueron, en los diferentes casos, producciones y verbalizaciones de los estudiantes registradas en cuestionarios, esquemas, mapas y entrevistas no estructuradas. Estas investigaciones permitieron concluir que por la complejidad

de la investigación, de tipo cognitivo, es necesario registrar datos a través de filmaciones o grabaciones.

Para hablar de lo que ha significado medir, para las diferentes culturas, hay que remontarse a la edad más antigua, para comprender los significados que ha tenido, las dificultades que ha tenido para consolidarse en lo que hoy sólo se restringe a la asignación de un número de lo medido.

Haciendo un rastreo a lo planteado por Kula (1999), quien hace un estudio antropológico de la medida, podemos reconocer varios modelos explicativos de la medición, que el ser humano le ha dado (Giere, 1999 citado en Tamayo & Sanmartí, 2002), entendiendo que son representaciones que se ha hecho el sujeto de dicho fenómeno y que ellas dependen del contexto en el cual se desenvuelve; esa familia de modelos permiten comprender qué es lo que ha significado para el hombre la medición y su sistema de construcción.

En la Tabla 1 se presenta una aproximación de los diferentes modelos explicativos de acuerdo con lo que se puede inferir de lo expresado por Kula (1999).

Tabla 1. Modelos explicativos del concepto de medida.

MODELO EXPLICATIVO	APROXIMACIÓN TEÓRICA
ANTROPOCÉNTRICO	En éste se tienen ideas de algunos exponentes como Protágoras (citado en Kula, 1999): "el hombre medida del universo", o "el mundo fue cortado a la medida del hombre". Se puede ver cómo, bajo este modelo, el hombre medía el mundo consigo mismo. Por ser el centro del universo donde se encontraba incorporado.
MÍTICO	En este modo de ver la medida, se le tiene miedo a medir elementos del cuerpo, porque se cree que no se va a crecer más.
RELIGIOSO	En esta comprensión de la medida se confunde ella con la estafa, es símbolo de la pérdida de la felicidad, proviene directamente del pecado original. Contar y Medir equivalen a Pecar. El mismo Kula lo dice en su libro en forma jocosa, el que inventó las medidas fue Caín; y hay pasajes bíblicos que hacen referencia a esa medida, o culturas donde se cree que si se miden las cosas recaerán sobre ellos las plagas más fuertes, es decir los castigos del gran Dios.

JUSTICIA De esta concepción eran partidarios los mercantiles, ganaderos y comerciantes, estaban de acuerdo con la medida, efecto contrario al significado anterior, porque para ellos la medida y el pesaje eran cosas normales, siempre que ambas fueran "justas". Este modelo está permeado un poco por el anterior, porque para ellos obrar de mala fe, era símbolo de perderse en el purgatorio.

PODER La medida es atributo de poder en todas las sociedades civilizadas, es símbolo de soberanía, de dominación. En la historia proporciona innumerables ejemplos de litigios entre ciudades y esto se originaba en la lucha por el derecho de establecer y controlar no sólo las medidas, sino los reinos, ya que entre dos regiones que estuvieran luchando por su soberanía, quien ganara ejercía su poderío imponiendo sus medidas, buscando con ellas la unificación.

PERFECTIBILIDAD La medida es un proceso racional, perfecto en su racional claridad, obra de la mente humana, libre de prejuicios y tradiciones, "bueno" para todos, es decir, la medida como símbolo de "prosaica pedantería".

En los cuatro primeros modelos expuestos, se reconoce cómo la medida está sujeta al componente social, cultural y valoral, porque muchas de las unidades que se utilizaban no se medían por la cantidad de lo medible, sino por la cualidad de lo medible; muchas culturas rechazaron los procesos de medición porque ellas desconfiaban en los señores feudales que hacían el proceso, asegurando que bajo el proceso de medición reinaba la injusticia, lo malo, el pecado.

En el último modelo, no hay una relación con el contexto social, ni cultural ni valoral, porque es allí donde se retoma la definición de la cual se partió, medir significa en términos de Moulines (1999) "asignar números a las cosas de modo que aquellos expresen ciertas propiedades que éstas exhiben". El autor pierde de vista todo el proceso de construcción que implica la constitución de todo un sistema de medidas.

142

Claro está que Kuhn (1996), hace una aproximación más cercana a lo que significa el proceso de medir en relación con el conocimiento científico y cómo esa medición está permeada por factores externos e internos, donde se le da mucha importancia a los elementos cualitativos de la medida.

De acuerdo con el rastreo de cómo se fueron construyendo los sistemas de medición, según los hallazgos expresados por Kula (1999), se pueden dividir en dos momentos: uno, el momento antropométrico, que se relaciona con el pensamiento cualitativo

del hombre, y el otro, que corresponde al tan controvertido sistema métrico decimal, donde en la construcción del mismo se buscó la perfectibilidad de la medida, visto desde un pensamiento cuantitativo, que ha perdido de vista el fondo mismo que le dio lucidez; aunque Kula (*Ibid.*) sostiene que si el hombre hubiera sabido que el sistema métrico no iba a ser tan perfecto como se creyó inicialmente, no lo hubiera construido, pero eso se dio hace más de 200 años aproximadamente, donde en la época reinaba el racionalismo, el formalismo mismo de la matemática, donde la medida tuvo que ser traducida en un lenguaje duro que le diera credibilidad desde lo científico.

Durante el proceso de construcción de los sistemas, llámese antropométrico o métrico decimal, el hombre ha tenido fuertes desarrollos cognoscitivos, es de aclarar que algunos han sido obstáculos para avanzar en la construcción:

- La clave para explicar las diversificaciones no estriba en comprender el carácter convencional de las medidas, sino el significado de las medidas de antaño; vemos cómo aquí se le da mucha trascendencia al desarrollo del trasfondo social, del cual están cargadas las medidas.
- El proceso formativo de las nociones metrológicas constituye un componente importante del desarrollo de la concepción del mundo que adquiere el hombre, de la formación de los sistemas de clasificación y del surgimiento de las nociones abstractas.
- Desde el punto de vista cognitivo, el momento decisivo es la transición de las imágenes concretas a las nociones abstractas.
- Una de las desventajas de las medidas antropométricas era la falta de múltiplos y submúltiplos.
- Estas medidas una vez integradas en un sistema conmensurable, pudieron cumplir todas las funciones intersubjetivas en las relaciones entre los hombres miembros de sociedades pequeñas.
- A pesar de la imperfección de estas medidas, servían muy bien al hombre en su trabajo, permitiéndole satisfacer sus necesidades propias y construir obras de arte.
- La aplicación universal de medidas métricas, necesitará de una revolución mental previa, porque la creación de una medida requiere de una actividad mental muy complicada. Se basa en la elección abstracta de una de las características propias de unos de los objetos dados y la comparación

de éstos en aquella. Se trata de medidas puramente cuantitativas, deshumanizadas.

- En todos los sistemas metrológicos, la medida se basa sobre alguna de las cualidades abstractas de los objetos medidos, olvidándose de todas las características de dicho objeto. Éste es un proceso difícil, debido a que las medidas tradicionales están ligadas a intereses vitales de los diferentes grupos humanos.
- Todo nuestro pensamiento cualitativo se basa en el sistema decimal, y eso ha sido una dificultad para acceder a su comprensión.

Se puede concluir entonces, que la construcción de un sistema de medida, no es tan sencilla como tener organizado todo el sistema ya dado, es necesaria la existencia de procesos cognitivos que lleven a abstraer las diferentes relaciones que se dan en la construcción de la misma. Es de enfatizar, que para el hombre fue muy difícil crear su propio sistema métrico, buscando en él lo medible del objeto, la unidad que iba a utilizar, para luego pasar a un sistema no suyo, sino a un proceso unificado, y luego pasar ese proceso que había construido lentamente durante su evolución, pasar a utilizar un sistema muerto sin significado, donde también debe abstraer la cualidad medible del objeto, y escoger su unidad, y sus múltiplos y submúltiplos. En Kuhn (1996), se puede ver cómo el narra la dificultad para saber qué es lo que se va a medir, *p.e.* ¿qué es lo medible de la luz?, ¿cómo construir el instrumento que lo va a medir?, ¿cuál va a ser su unidad de medida?, ¿cuáles son sus múltiplos y submúltiplos?, esto podría extenderse a cada una de las magnitudes.

En el siguiente párrafo, Kula (1999) define la medición como un proceso complejo al asumir que “es la abstracción de una característica cuantitativa del objeto, sin tener su calidad. Pero para la mentalidad primitiva la medida debe ser una resultante cualitativa o, por lo menos, va muy íntimamente unida a la calidad; por ello cada objeto debe ser medido con una medida diferente, y ninguna de ellas es reducible a las demás”.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Antes de dar cuenta de las categorías emergentes en el estudio y que por consiguiente dan cuenta de la estructura de los modelos mentales que poseen los niños y jóvenes sobre el concepto de medida, es importante presentar el diseño metodológico del estudio.

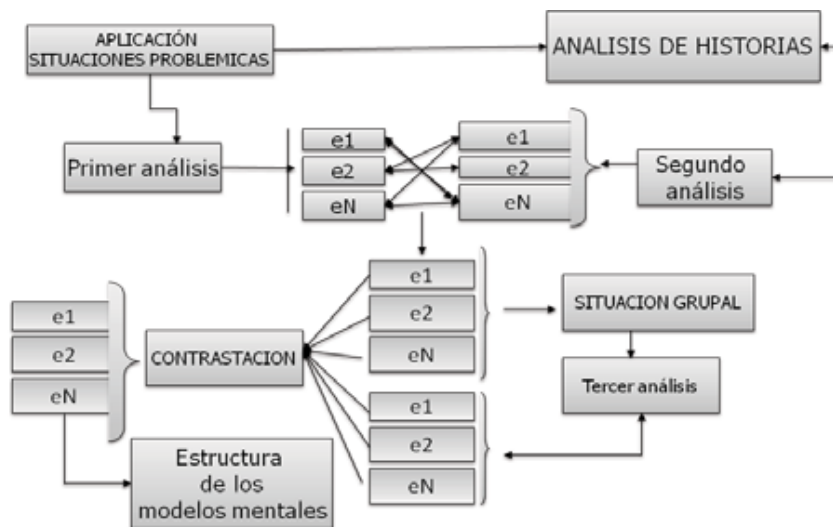


Gráfico 1. Diseño metodológico.

De acuerdo con los hallazgos se pudieron reconocer tres elementos que constituyen los modelos mentales como son los modelos explicativos, el contexto y las representaciones semióticas que emplean los estudiantes sobre el concepto de medida.

En los estudiantes de básica primaria, en cuanto a los modelos explicativos, es posible reconocer que los niños utilizan elementos cuantitativos, hedonísticos, religiosos y de justicia para dar soluciones a situaciones de medida. Surgen relaciones en estos modelos, como son la integración entre justicia y aspectos religiosos, combinando lo religioso con argumentos de equidad e igualdad.

De acuerdo con Gómez *et al.* (2004), los modelos explicativos que han construido durante su vida, tanto en contextos escolares como extraescolares, suelen ser estáticos, aislados, se basan en causalidad simple y son deterministas.

También surge la magnitud, como una propiedad de los objetos susceptible de ser cuantificada, cuando asignan magnitudes a los objetos, tratando de medir la longitud de la arena, el tiempo contando los números de la regla o la masa del agua con la probeta. La razón de lo anterior, se debe a la necesidad de asignar números a dichas magnitudes. También en algunas situaciones donde se pretendía asignar un número, los niños no acompañaban este valor numérico por la unidad, es decir, fue constante el uso de lo que Brousseau & Brousseau (1991-92) llama medida - imagen.

La estimación perceptual, fue empleada por los participantes tanto niños como jóvenes, en la solución de situaciones de medida, al realizar comparaciones. El uso de este proceso permite inferir que los participantes han elaborado sistemas de referencia en sus estructuras cognitivas que les permiten estimar la cantidad de magnitud.

En el análisis del contexto, se puede inferir que los contextos extraescolares favorecen la construcción de los procesos de medición, al incorporar en la solución de situaciones de medida, instrumentos estandarizados, teniendo en cuenta el rango de la magnitud.

Se concluye además, que utilizan representaciones semióticas para el concepto de unidad, a través del uso de números de contar (Vasco, 1994) y los cuantificadores indefinidos. Esto se debe posiblemente a la tendencia de los niños de asignarle un número a lo que se mide, tratando de relacionar lo continuo con lo discreto.

En cuanto a los estudiantes de formación complementaria, ellos hacen uso de modelos explicativos para dar cuenta de las situaciones de medida, como el modelo de justicia y el modelo cuantitativo, también emergen el modelo hedonista y el modelo religioso. De igual manera se evidencian relaciones entre los diferentes modelos, entre justicia y religioso, hedonista y de justicia; religioso y hedonista, y entre el cuantitativo y el de justicia.

El contexto escolar ha sido obstáculo para la construcción de la medida, debido a que en algunas de las explicaciones de los participantes se observa el carácter instrumental de la medida, donde lo que prima en la medición es la asignación numérica a una cualidad medible del objeto.

En lo que se refiere al uso de las representaciones semióticas, los participantes hacen uso de cuantificadores indefinidos y números de contar, en el tipo de unidad hacen uso de representaciones para la unidad concreta, y el sistema de medida utilizado es el sistema convencional.

CONCLUSIONES

Los participantes en el estudio, tanto los niños como los jóvenes, adoptan y relacionan diferentes modelos explicativos; en el modelo cuantitativo ven la medida como un proceso de asignación numérica, elemento que implica obstáculos en el aprendizaje de la medida, porque se ve reflejado en ellos la importancia que le ha dado la escuela a la asignación numérica.

En la enseñanza de las matemáticas, sigue fortalecido un modelo formalizado y tecnicista, puesto que se privilegia la asignación numérica antes que la construcción del concepto de magnitud y de unidad de medida. La construcción comprensiva de dichos conceptos favorecería la comprensión no sólo de la medición, sino también de la construcción de sistemas de medidas estandarizados y no estandarizados.

Otro elemento débil en los participantes fue la estimación, observándose que en los niños que ésta es perceptual, este hecho implica que exista una tendencia a utilizar una medida directa, cuando en realidad en los procesos de medida es usual la medida indirecta, ya que no se tiene a disposición instrumentos que les permite asignarle el número a la medida con facilidad.

Lo anterior dificulta el desarrollo de procesos necesarios para la medición como son la apreciación del rango de magnitud, selección de la unidad, selección del instrumento, aspectos que pueden ser mejor comprendidos con el uso de la estimación, porque en ella surge lo que Chamorro (1991, 2001, 2003), Dickson (1991), Godino, Batanero & Roca (2004), M.E.N. (1989), y NCTM (2000) enuncian alrededor de la necesidad de enseñar la medida con aspectos concretos, es decir, en el aula se deben desarrollar procesos de estimación a través de actividades que les permitan abstraer las propiedades medibles de los objetos.

En los estudiantes entrevistados se puede evidenciar que algunos de ellos han tenido un contacto extraescolar con la medida, y esto ha facilitado el uso de los instrumentos y el reconocimiento de la cualidad medible de algunos objetos.

Este tipo de estudio tiene implicaciones para la didáctica de las matemáticas, debido a que permite reconocer el modelo mental que subyace al concepto de medida y generar procesos de reflexión que permitan cualificar su enseñanza, permite el análisis de los textos escolares que se utilizan para la enseñanza de las matemáticas, ya que algunos de ellos, presentan la medida como un producto en donde su sentido se fundamenta en el uso de patrones estandarizados.

BIBLIOGRAFÍA

Brousseau, Guy; Brousseau, Nadie. (1991-92). "El peso de un recipiente. Estudio de los problemas de la medición en CM". Traducción: Juan D. Godino. *Gran N*, 50: 65-87.

Chamorro Palza, M. D., (1991). *El problema de la medida: didáctica de las magnitudes lineales. Matemáticas: cultura y aprendizaje*. Madrid: Síntesis S.A.

Chamorro Plaza, M. D., (2001). Las dificultades en la enseñanza-aprendizaje de las magnitudes en Educación Primaria E.S.O. En ., J. M. Belmonte Gómez, J. Bolón, M. D. Chamorro Plaza, B. D'Amore, L. Ruiz Higuera, y otros, *Dificultades del aprendizaje de las Matemáticas* (págs. 79-117). Madrid: Aulas de Verano. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Chamorro Plaza, M. D. (2003). El tratamiento escolar de las magnitudes y su medida. En M.d.Chamorro Plaza, *Didáctica de las Matemáticas para primaria* (págs. 221-243). Madrid: Pearson Prentice Hall.

Dickson, L., Brown, M., & Gibson, O. (1991). *El aprendizaje de las matemáticas*. Madrid: Centro de publicaciones del MEC.

Elichiribehety, Inés; Otero, María Rita; Fanaro, María de los Angeles (2002). Los modelos que subyacen a la resolución de problemas algebraicos: un estudio transversal. *Relime*, 5 (2), 169-198.

Godino D. Juan; Batanero C.; Roa R. (2004). "Matemáticas para maestros: Magnitudes". Recuperado en 2006, de *Proyecto Edumat-maestros*: www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/

Goetz, J.P; LeCompte, M.D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

Gómez, C., Márquez, B., Roca, M., Pujól Vilallonga, R. M. & Sardá, A. (2004). "La construcción de modelos explicativos complejos mediante preguntas mediadoras". *Investigación en la Escuela*, 53: 71-82.

Johnson-Laird, P. (1987). "Modelos mentales en ciencia cognitiva". En D. Norman A. *Perspectivas de las ciencias cognitivas*. Paidós. p. 179-231.

Johnson – Laird, Philip; García – Madruga, Juan; Gutiérrez, Francisco; Carriedo, Nuria (2002). Razonamiento con condiciones múltiples. La perspectiva de los modelos mentales. *Anuario de Psicología*. Vol 3, no. 1, 3 - 24

Kuhn, S. T. (1996). "La función de la medición en la física moderna". En S. T. Kuhn. *La tensión esencial*. México: FCE. p. 202-247.

Kula, W. (1999). *Las medidas y los hombres*. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.

M.E.N. (1998). *Lineamientos curriculares. Matemáticas*. Bogotá, D.C.: Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

Moreira, Marco Antonio; Greca, Ileana;. (1996). *Estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnetismo en alumnos de física general, estudiantes de postgrado y físicos profesionales*. Obtenido de Revista en investigación en enseñanza de las ciencias.: www.dialnet.unirioja.es

Moreira, M. A., & Greca, I. M. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Enseñanza de la Física*, vol 15, nº2, 107-120.

Moreira, M. A. (1999). "Modelos Mentales". Recuperado el 8 de Noviembre de 2007, de Programa de doctorado Internacional en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio grande do Sul, Brasil: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentales.pdf>

Moreira, M. A., Rodríguez Palmero, M. L., & Marrero Acosta, J. (2001). *La teoría de los Modelos Mentales de Johnson-Laird y sus principios: Una aplicación con modelos Mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria*. Recuperado el Agosto de 2007, de Revista Investigación en Enseñanza de la Ciencia: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>

Moulines, U., & Díez, J. (1999). La medición en la ciencia. En U. Moulines, & J. Díez, *Fundamentos de la filosofía de la ciencia* (págs. 173-217). Arile.

NTCM. (2000). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Primera edición en castellano. Sevilla: S.A.E.M. Thales.

Otero, María Rita; Banks-Leite, Luci;. (2006). Modelos mentales y modelos numéricos: un estudio descriptivo en la enseñanza media. *Relime*, 9 (1), 151-178.

Tamayo Alzate, O. E. & Sanmartí, N. (2002). "Estudio multidimensional de las representaciones mentales de los estudiantes. Aplicación al concepto de respiración". Recuperado en junio de 2008, de *Dialnet*: <http://dialnet.unirioja.es/>

Vasco Uribe, C. E. (1994). "El enfoque de sistemas en el nuevo programa de matemáticas". En *M.E.N.: un nuevo enfoque para la didáctica de las matemáticas*, Vol II. Bogotá: Serie Pedagogía y Currículo.

VERGNAUD, G. (1991). *El niño, las matemáticas y la realidad. Problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*. Trillas. México.