

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Aprendizaje del Sistema Métrico Decimal en el modelo Escuela Nueva y Graduada. Una Configuración Epistémica

Learning the Decimal Metric System in the New and Graded School Model. An Epistemic Configuration.

Aprendizado do Sistema Métrico Decimal nos modelos de Escola Nova e Graduada. Uma Configuração Epistêmica.

* JULY TATIANA GUTIÉRREZ JIMÉNEZ ** ELIÉCER ALDANA BERMÚDEZ *** LINDA POLETH MONTIEL BURITICÁ 

* Estudiante de Maestría en Ciencias de la Educación. Universidad del Quindío, Colombia

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7146-3008>** Doctor en Educación Matemática. Líder del grupo de investigación GEMAUQ, Facultad de ciencias de la Educación. Universidad del Quindío, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/orcid-search/search?searchQuery=0000-0003-1691-2699>.*** Estudiante de Doctorado en Matemática Educativa. Magíster en Ciencias de la Educación, Facultad de ciencias de la Educación Universidad del Quindío, Colombia. Licenciada en Matemáticas, Universidad del Quindío. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1654-7284>.

OPEN ACCESS

DOI: <https://doi.org/10.18634/sophiaj.19v.2i.1197>

Información del artículo

Recibido: junio de 2022

Revisado: octubre de 2022

Aceptado: octubre de 2023.

Publicado: diciembre de 2023.

Palabras clave: Escuela Nueva, Escuela Graduada, Sistema Métrico Decimal, Configuración Epistémica, aprendizaje.

Keywords: New School, Graded School, Decimal Metric System, Epistemic Configuration, learning.

Palavras-chave: Escola Nova, Escola Graduada, Sistema Métrico Decimal, Configuração Epistêmica, Aprendizado.

Cómo citar: /how cite:

Gutiérrez Jiménez, J. T., Aldana Bermúdez, E., & Montiel Buriticá, L. P. (2023). Aprendizaje del Sistema Métrico Decimal en el modelo Escuela Nueva y Graduada. Una Configuración Epistémica. *Sophia*, 19(2). <https://doi.org/10.18634/sophiaj.19v.2i.1197>

Sophia-Educación, volumen 19 número 2. julio/diciembre 2023. Versión español

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito, identificar las dificultades, errores y obstáculos, que estaban presentes en el proceso de aprendizaje del sistema métrico decimal, en los estudiantes de quinto grado bajo el modelo escuela nueva y grado sexto bajo el modelo escuela graduada de dos Instituciones Educativas del departamento del Quindío: La Popa, del municipio de La Tebaida y El Caimo del municipio de Armenia; mediante la aplicación y el análisis de una tarea diagnóstica, con la finalidad de describir una configuración epistémica focalizada en los elementos de los significados institucionales pretendidos más oportunos del sistema métrico decimal, articulando los dos modelos educativos. Este estudio se desarrolló bajo la metodología cualitativa, pues se dio a conocer cómo los estudiantes construían los significados personales y mediante ese proceso cómo llegaban a los significados institucionales, en lo cual se involucró el aspecto cognitivo y emocional. Por consiguiente, se pudo concluir, que mediante la elaboración de la configuración epistémica y la construcción de unas funciones semióticas se llegó a la comprensión del sistema métrico decimal.

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify the difficulties, errors and obstacles that were present in the learning process of the decimal metric system in fifth grade students under the new school model and sixth grade under the graduated school model of two educational institutions in the department of Quindío: La Popa, in the municipality of La Tebaida and El Caimo in the municipality of Armenia; through the application and

Copyright 2022. Universidad La Gran Colombia



Conflicto de interés:

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Correspondencia de autor:

jtgutierrezj@uqvirtual.edu.co

analysis of a diagnostic task, with the purpose of describing an epistemic configuration focused on the elements of the most opportune intended institutional meanings of the decimal metric system, articulating the two educational models. This study was developed under the qualitative methodology, since it was made known how students constructed personal meanings and through this process how they arrived at the institutional meanings, in which the cognitive and emotional aspect was involved. Therefore, it was possible to conclude that through the elaboration of the epistemic configuration and the construction of semiotic functions, the understanding of the decimal metric system was reached.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo identificar as dificuldades, erros e obstáculos presentes no processo de aprendizagem do sistema métrico decimal em estudantes do quinto ano, sob o modelo de escola nova, e do sexto ano, sob o modelo de escola graduada, em duas Instituições Educacionais no departamento de Quindío: La Popa, no município de La Tebaida, e El Caimo, no município de Armenia. Isso foi feito por meio da aplicação e análise de uma tarefa diagnóstica, com o propósito de descrever uma configuração epistêmica focada nos elementos dos significados institucionais mais apropriados do sistema métrico decimal, integrando os dois modelos educativos.

Este estudo foi conduzido sob a metodologia qualitativa, revelando como os estudantes construían significados pessoais e, por meio desse processo, chegavam aos significados institucionais, envolvendo aspectos cognitivos e emocionais. Portanto, foi possível concluir que, por meio da elaboração da configuração epistêmica e da construção de funções semióticas, alcançou-se a compreensão do sistema métrico decimal.

Introducción

Todo aquello que ha implicado un proceso de aprendizaje y de relacionarse con el entorno, ha sido necesario para el ser humano, pues desde la niñez se ha presentado una inclinación por explorar todo aquello que los rodea y es inevitable el hecho de querer aprender de cada uno de esos aspectos que el mundo posee. Por tanto, es importante que al momento de que ingresen los niños a la academia, tengan la oportunidad de interactuar con un docente, quién no deje perder ese interés de explorar, aprender y disfrutar en gran medida el saber matemático, desde otro punto de vista es trascendental emplear métodos, técnicas y estrategias que suministren cada uno de los aprendizajes necesarios que deben tener los estudiantes en cada nivel para que se siga construyendo y adquiriendo los saberes con esa chispa que desde su niñez el ser humano quiere explorar y poseer.

De ahí la importancia de este estudio que presenta un proceso de estructuración, análisis y desarrollo de técnicas y métodos, los cuales involucran los aspectos de idoneidad didáctica que deben estar presentes en el proceso de aprendizaje del sistema métrico decimal (SMD), en los modelos educativos Escuela Nueva (EN) y Escuela Graduada (EG) en tres Instituciones Educativas (IE) del departamento del Quindío, IE La popa del municipio de la tebaida, IE El Caimo y IE El Caimo sede la Esperanza del municipio de Armenia. Este trabajo se implementó en estudiantes de grado 5to y 6to en el transcurso del año 2021 y 2022, en el cual se desarrolló una propuesta de estrategias para la articulación de estos dos modelos educativos y pedagógicos contemplados desde el área de la matemática, con la finalidad de proyectar un proceso educativo idóneo, continuo y de calidad.

El estudio se desarrolló bajo el marco teórico del enfoque Ontosemiótico (Godino et al., 2017), ajustado al objeto matemático sistema métrico decimal, en el cual se tuvo en cuenta los aspectos de la noción de configuración didáctica y la noción de idoneidad didáctica, así como también las facetas que los autores plantean: Faceta epistémica e interaccional, la faceta cognitiva y emotiva, y la faceta ecología y mediacional.

Por otro lado, esta investigación se desarrolló bajo la metodología cualitativa (Bisquerra, 2004); y el paradigma crítico social (Cifuentes, 2011), con el cual se hizo un análisis en el contexto real, que permitiera visualizar el potencial generado al aplicar los aspectos de idoneidad didáctica en un proceso educativo idóneo, pertinente y de calidad. En dicho análisis se identificó los errores, dificultades y obstáculos, que estaban presentes en el proceso de aprendizaje del SMD, en marco contextual; mediante la aplicación y el estudio de una tarea diagnóstica, con la finalidad de describir la configuración epistémica focalizada en los elementos de los significados institucionales pretendidos más oportunos del SMD, articulando los dos modelos educativos.

Marco teórico

Este trabajo de investigación se centró en el marco teórico del Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (Godino et al. 2017).

El Enfoque Ontológico-Semiótico (EOS) es un sistema teórico inclusivo, en el cual su principal eje central, es articular los diferentes acercamientos y modelos teóricos utilizados en la investigación en Educación Matemática, teniendo en cuenta la parte histórica y evolutiva del ser humano y el cómo se ha ido transformando un objeto matemático, a partir del cómo las diferentes culturas y sociedades perciben las matemáticas. De acuerdo con lo semiótico, se refiere a el cómo a partir de los registros de representación se comunica dentro de la sociedad una idea, en este caso cómo es el proceso de instrucción y que elementos intervinientes emergen allí, para dar a comprender un objeto matemático. Por otro lado, cuando se refiere a la semiótica, este concepto hace apertura a la cognición simbólica, la cual tiene que ver con los registros mentales simbólicos que el estudiante construye en el proceso de instrucción matemática.

En el EOS se establecen cinco grupos de nociones teóricas y seis facetas (idoneidades) de las cuales se adaptaron para el desarrollo de este estudio las siguientes:

- **Sistema de prácticas (operativas y discursivas):** en esta configuración la investigación dio cuenta de la noción de significados institucionales del SMD bajo el análisis de referentes teóricos y su articulación de los diversos significados que le atribuye los estudiantes en el marco contextual de esta investigación.
- **Configuraciones de objetos y procesos matemáticos, emergentes e intervinientes en las prácticas matemáticas:** en esta configuración la investigación dio cuenta en la identificación de los objetos (conceptos, proposiciones, procedimientos, argumentos) y procesos implicados en la práctica matemática que se realizó para la resolución de problemas del SMD.
- **Configuración didáctica:** en esta configuración la investigación dio cuenta mediante el análisis de la instrucción matemática, el contraste entre los significados institucionales y personales del SMD.
- **La dimensión normativa, sistema de reglas, hábitos, normas que restringen y soportan las prácticas matemáticas y didácticas:** en este apartado se hizo una investigación a fondo de las diferentes normas, Derechos básicos de Aprendizaje y Estándares básicos de competencias, que rigen en la práctica matemática en pro de la enseñanza del SMD bajo el pensamiento lógico matemático y el pensamiento métrico en grado 5to y 6to, los cuales se presentaron en el marco legal de esta investigación.

Estas configuraciones fueron relevantes para este estudio, pues cada análisis tanto de los significados institucionales, como personales de cada estudiante, en el área de matemáticas, referente al aprendizaje del SMD, en el marco contextual, el contraste entre ellos, permitieron identificar los aspectos que en la enseñanza eran claves para la planificación del sistema métrico decimal y su debida articulación que mejora de algún modo el proceso enseñanza-aprendizaje para el marco contextual.

Del mismo modo se tuvo en cuenta las siguientes idoneidades, que fomentan un proceso de enseñanza-aprendizaje del SMD idóneo.

- **Faceta epistémica e interaccional:** refleja el conocimiento didáctico-matemático, la enseñanza de las matemáticas, organización de las tareas, resolución de dificultades de los estudiantes, e interacciones que se puede establecer en el aula.
- **Faceta cognitiva y afectiva:** implica el conocimiento de cómo los estudiantes aprenden, razonan, entienden las matemáticas, progresan en su aprendizaje, los aspectos afectivos, emocionales, actitudinales y creencias de los estudiantes con relación a los objetos matemáticos y al proceso de estudio seguido.
- **Faceta ecológica y mediacional:** implica las relaciones del contenido matemático con otras disciplinas, y los factores curriculares, socio-profesionales, políticos, económicos que condicionan los procesos de instrucción matemática y el conocimiento de los recursos (tecnológicos, materiales y temporales) apropiados para potenciar el aprendizaje de los estudiantes (Godino et al., 2017, p.96).

Metodología

Esta investigación se desarrolló mediante una metodología cualitativa desde el lente teórico de Bisquerra (2004) y un paradigma crítico social desde la perspectiva de Cifuentes (2011). Se realizó un estudio de casos (Stake, 1986), el cual tuvo como muestra dos grupos de estudiantes de la Institución Educativa la Popa de la Tebaida, Quindío. Estos dos grupos conformaron 15 estudiantes, los cuales 7 eran de quinto grado en el modelo EN y 8 de sexto grado en el modelo EG. A partir de ello se procedió a redactar una carta a los directivos de la Institución para poder realizar el proceso de estudio y con la aprobación se dio apertura a la implementación de la prueba diagnóstica, la cual fue validada por expertos en el área de Educación Matemática, participando en esta validación dos Doctores especialistas en el campo de la Educación Inclusiva (contexto rural). Esta además fue estructurada de tal manera que las situaciones planteadas estuvieran adaptadas al contexto real y cercano al estudiante, dejando de lado ejercicios netamente mecánicos que se limitarán sólo al uso de fórmulas, fue diseñada mediante herramientas ofimáticas como Word y diseño gráfico como CorelDraw, a su vez se construyeron colectivamente las magnitudes con sus conversiones de unidades de medida las cuales fueron de utilidad para que los estudiantes desarrollaran las tareas propuestas. Es así, como en la metodología también se incorpora el marco teórico, puesto que también se puede ver como marco metodológico, en nuestro caso mediante la elaboración e identificación de las configuraciones epistémicas existentes y emergentes en los estudiantes, para ello se emplearon las siguientes fases metodológicas:

- **Fase 1:** Se realizó una revisión sistemática mediante un rastreo de las tipologías de los errores, dificultades y obstáculos que los estudiantes en el aula de clase presentaban con respecto al aprendizaje del SMD.
- **Fase 2:** A partir de esas tipologías, se analizó e implemento una tarea diagnóstica, en la cual se hizo una adaptación del objeto matemático y el marco contextual estudiado.
- **Fase 3:** Se diseñó a partir del análisis de la fase 2, una configuración epistémica que conformaba los elementos del concepto matemático.
- **Fase 4:** Con dicha configuración epistémica se realizaron diferentes funciones semióticas, las cuales permitieron llegar a la comprensión del SMD en estudiantes de escuela nueva y graduada.

Resultados

Para la fase 1, el proceso de revisión sistemática se optó desde un conjunto de gestores de información bibliográfica como Mendeley, Endnote, entre otros, se escogió Mendeley primero por tener ciertos criterios de gratuidad y por su asociación a la herramienta de texto Microsoft Word, implicando extraer la información de datos bibliométricos con una mejor facilidad.

Se resalta el uso exclusivo de dos bases de datos como lo fueron Google Académico (Scholar) y Scopus, para la selección de cada una de las investigaciones se tuvo en cuenta un protocolo creado por Moreno et al. (2018).

A continuación, se caracteriza las DEO encontrados por algunos referentes teóricos que han investigado sobre la instrucción matemática del SMD.

Por un lado, tenemos las siguientes dificultades presentes en el aprendizaje del SMD:

- Cerezo (2021) mediante el análisis de su diagnóstico, encontró que los estudiantes presentaban dificultades asociadas a la relación inversa entre tamaño de la unidad y número de unidades, dificultades asociadas al uso incorrecto del instrumento de medida y a la incorrecta utilización del instrumento.
- Saza et al. (2020) indican que una dificultad en el aprendizaje del SMD es la estimación de medidas que se utilizan para cada una de las distintas magnitudes.
- González (2019) expresa que se presenta una gran dificultad en los estudiantes para expresarse de manera escrita sus nociones intuitivas o conceptualizaciones sobre la longitud y superficie. Así mismo, se les dificultaba extenderse, explicar, detallar, analizar situaciones que involucran estas magnitudes.
- Scaglia y Martínez (2019) expresan que se presenta dificultad en la noción e identificación de múltiplos y submúltiplos.
- Paladines (2019) comenta que una dificultad es la falta de comprensión de las propiedades que se involucran en el valor posicional que ocupa una cifra de un número y en la base diez.
- Oviedo (2018) da a conocer que otras dificultades que se presentan son el manejo de operaciones y la resolución de problemas con los números decimales les ocasiona mayor dificultad, dificultad para resolver problemas que corresponden a operaciones con números decimales de aditivos y posicional. dificultades a la hora de reconocer un número decimal y tener que emplearlo en muchas situaciones de su vida cotidiana.
- Toledo (2017) expresa que se ha presentado como dificultad errores de cálculo al no poseer el reconocimiento del valor posicional de los dígitos, dificultades en el aprendizaje de la representación de números decimales periódicos finitos y significado que posee el cero en las cifras después de la coma.
- López (2013) expresa que los estudiantes poseen dificultad al hacer conversiones, no dominan los múltiplos y submúltiplos del sistema de medidas.
- Ortiz (2012) expresa que los alumnos se les dificulta la Representación Semiótica y ubicación de números en cada casilla del cuadro de valor posicional, no diferencian muy bien números pares e impares, se les dificulta comprender las operaciones con los números fraccionarios y con los decimales y se les dificulta para dividir.
- García y Osorio (2008) comentan que la estimación perceptual dificulta el desarrollo de procesos necesarios para la medición como son: la apreciación del rango de magnitud, selección de la unidad, selección del instrumento.

En cuanto a los errores en el aprendizaje del SMD encontramos autores como:

- Carpio et al. (2022) en su trabajo expresaban que los estudiantes presentaban dificultad y errores en las conversiones de volumen a masa, así mismo de una escala de temperatura a otra.
- Cerezo (2021) al analizar sus resultados encuentra que los estudiantes presentan errores en la ordenación, en la precisión, en la expresión oral y escrita de decimales y fracciones, además de discernir entre multiplicar y dividir al momento de la resolución de problemas que involucren el SMD.
- Paladines (2019) encuentra que los estudiantes presentan errores en el reconocimiento de las equivalencias entre unidades, decenas y centenas.
- Martínez (2018) expresa que un obstáculo presente en el aprendizaje de los estudiantes esta basado en las definiciones, axiomas y teoremas de la matemática relacionados con el concepto de número decimal.
- Moñino (2013) que indica el error en la colocación de la coma a la hora de realizar operaciones, errores a la hora de determinar si un número decimal era mayor o menor que otro, problemas en la lectura de números decimales y ausencia de la coma en el resultado.
- Konic, Godino y Rivas (2010) quienes expresan como error el concepto de número decimal (valor de posición, conflictos con el cero), la escritura o representación (distinción entre número y representación, equivalencias y transformaciones), propiedades (orden, densidad de los decimales en Q) y las operaciones con números decimales
- Chamorro (2003) que indica que se refleja errores en el desarrollo de procesos necesarios para la medición como son: la apreciación del rango de magnitud, selección de la unidad, selección del instrumento, el aprendizaje de los instrumentos de medida se limita a la cinta métrica y la balanza.

En cuanto a los obstáculos en el aprendizaje del SMD encontramos:

- Quemba (2019) quien expresa que los estudiantes no resuelven, ni formulan situaciones multiplicativas.
- Toledo (2017) quien indaga que se presentan errores de cálculo al no poseer el reconocimiento del valor posicional de los dígitos, dificultades en el aprendizaje de la representación de números decimales periódicos finitos, significado que posee el cero en las cifras después de la coma.
- López (2013) quien expone que al estudiante se le dificulta hacer conversiones, no dominan los múltiplos y submúltiplos del sistema de medidas.
- Ortiz (2012) se les dificulta la Representación Semiótica y ubicación de números en cada casilla del cuadro de valor posicional, no diferencian muy bien números pares e impares, se les dificulta comprender las operaciones con los números fraccionarios y con los decimales, dificultad para dividir
- García y Osorio (2008) todo nuestro pensamiento cualitativo se basa en el sistema decimal, y eso ha sido una dificultad para acceder a su comprensión.
- Chamorro (2005) incapacidad de los alumnos para distinguir magnitudes diferentes, por ejemplo: Superficie y perímetro, masa y volumen, entre otros.

En alusión a la fase 2, en este estudio se contó con la participación de 15 estudiantes de la Institución Educativa La Popa del municipio de la Tebaida Quindío, de los cuales ocho estudiantes cursaban quinto grado y siete estudiantes cursaban sexto grado.

Para llevar a cabo el análisis del aprendizaje del SMD, se realizaron en total tres sesiones que tuvieron una duración de cinco horas cada una, en cada una de ellas se tuvo en cuenta el proceso de aprendizaje, así como también el de enseñanza, mediante la resolución de problemas aplicando los diferentes saberes del SMD; los cuales fueron recopilados y aplicados por medio de una tarea diagnóstica, esta constaba de dos apartados uno conformado por 3 problemas en los que se debía tener en cuenta las unidades de medida de las magnitudes longitud, masa y velocidad (longitud/tiempo) y el segundo apartado se valoraba el conocimiento de la unidad de medida de la magnitud capacidad, en el cual se realizó una serie de preguntas para ello, entre los cuales debían aplicar la conversión de unidades de capacidad y el reconocimiento de estas.

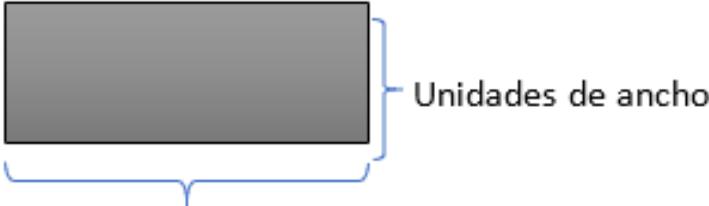
Durante el proceso en el aula se evidenció que los estudiantes de 5to y 6to grado no estaban totalmente familiarizados con las conversiones y la aplicabilidad del SMD, se observó que diferenciaban el hecho de que al medir una mesa dicha medida se podía expresar en metros o centímetros, del mismo modo algunos estudiantes al preguntarles por las unidades de medida del arroz o azúcar respondían que debía ser en gramos o kilogramos y que si se quería saber unidad de medida del agua, leche o gaseosa era en litros o mililitros, pero desconocían el proceso que se debía realizar para la conversión de una unidad de medida a otra. Por tanto, fue necesario el desarrollo de tablas de conversión de unidades de medida, para cada una de las magnitudes, como material de apoyo; dado que, fue notorio durante cada sesión como los estudiantes solicitaban el apoyo constante de los docentes de matemáticas pues indicaban que estaban al frente de algo nuevo lo cual les generaba dificultad entender y realizar, además, los docentes manifestaban que solo se centraban en enseñar el esquema aditivo y multiplicativo, dado que siempre han notado una gran dificultad en los estudiantes al resolver problemas que impliquen división y multiplicación con números naturales y decimales. Por lo cual, ese hecho ha limitado el proceso de enseñanza-aprendizaje del SMD.

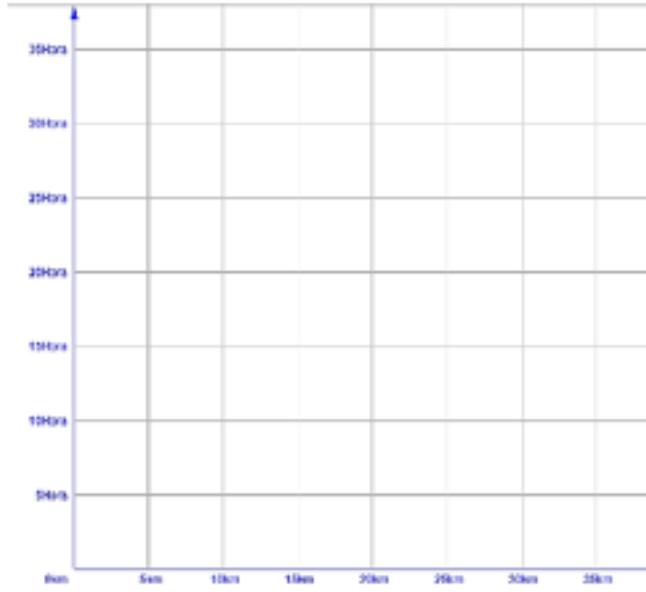
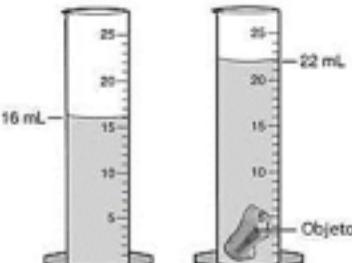
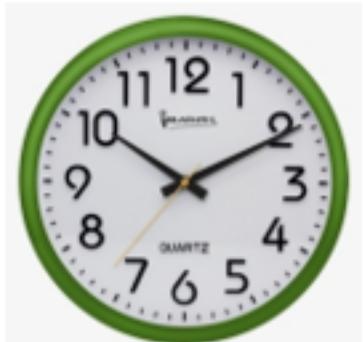
Posterior al trabajo de campo, se realizó un análisis frente a los resultados obtenidos por los estudiantes en la tarea diagnóstica, al igual que de todo el proceso que se reflejó en el aula con los respectivos grados. Luego, se organizó y se codificó las dificultades y errores encontrados por grados, en el que se encontró un total de diez dificultades, las cuales fueron: los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de la fórmula del concepto de área, no tienen claro cognitivamente el esquema multiplicativo, no manejan el concepto y aplicabilidad de la división de números naturales y decimales, poseen dificultades en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud longitud, en la identificación del concepto de suma presente en el contexto real, en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud masa, en la utilización de múltiplos y submúltiplos de las magnitudes longitud vs tiempo (velocidad), en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud capacidad, en el proceso del esquema multiplicativo (al multiplicar por más de 2 cifras) en donde los estudiantes suman los resultados sin correr la posición (sistema de numeración decimal) del segundo resultado, además, los estudiantes no manejan adecuadamente la redacción de enunciados analíticos y se identificó seis errores los cuales fueron:

los estudiantes presentan errores en la estructura de la fórmula del área de un rectángulo, no tienen claro el concepto y la escritura de la posición decimal (problemas con el cero), no maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de la magnitud longitud, no maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de la magnitud masa, no maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de las magnitudes longitud vs tiempo (velocidad) y no maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de la magnitud capacidad. Esto indica que aún hay dificultades y errores en el proceso de aprendizaje del SMD, para los cuales se debe establecer estrategias, técnicas y/o métodos que al implementarlos fomenten en el aula un proceso de enseñanza-aprendizaje innovador e idóneo, que a su vez permita al estudiante en su proceso escolar ser adquisidor de los saberes previos que no lo limiten antes que lo lleven a tener un aprendizaje significativo durante su primaria y bachillerato, del mismo modo le permita tener un proceso educativo continuo, pertinente y de calidad.

Con referente a la fase tres, el estudio permitió identificar diferentes aspectos que han impedido el correcto e idóneo proceso escolar, en especial la ausencia de saberes previos en los estudiantes que son importantes para el proceso del aprendizaje del sistema métrico decimal, lo cual como se ha comentado anteriormente ha generado diferentes DEO en el proceso educativo. Por lo tanto, es importante saber articular los significados institucionales con el contexto y la metodología pedagógica que permite llevar al aula el desarrollo de la génesis de este objeto matemático y al mismo tiempo un continuo e idóneo proceso de aprendizaje. Por ello, se presenta en la tabla 1, la descripción de una configuración epistémica (C.E.), que aborda los elementos relevantes de la descomposición genética del concepto, haciendo uso de esta como un material didáctico y una estrategia lúdica en la que se pueda transmitir al estudiante los diferentes saberes que evoca el SMD y de igual modo, lleven a que el estudiante autónomamente desarrolle estrategias que fomente un espíritu crítico-analítico donde con esos aprendizajes y saberes previos permitan evidenciar en los estudiantes la construcción de un aprendizaje significativo.

Tabla 1. Configuración Epistémica (C.E.)

C.E	
Elementos	1. Magnitud 2. Medida 3. Tipos de Magnitud
Registro de representación	<p>1-Numérico 1342cm, 635cm, 750ml, 3716g, 147m, 15,5; 250, 325, 80.</p> <p>2-Grafico</p> <p>LONGITUD</p>  <p>VELOCIDAD</p>

	 <p>1- Simbólico</p> <p>CAPACIDAD MASA</p>   <p>LONGITUD TIEMPO</p>  
<p>Definiciones Significado Institucional</p>	<p>2.1 Todo aquello que se puede medir y que tiene un valor cuantitativo. 2.2 Cantidad que resulta de medir una magnitud. 2.3 Longitud: distancia existente entre dos puntos, cuya medida principal en el sistema internacional (SI) es el metro.</p> <p>Tiempo: ordena la secuencia de los sucesos estableciendo un pasado, un presente y un futuro cuya medida principal en el sistema internacional (SI) es el segundo.</p> <p>Masa: expresa la cantidad de materia de un cuerpo, medida por inercia de este, que determina la aceleración producida por una fuerza que actúa sobre él, cuya medida principal en el sistema internacional (SI) es el gramo.</p> <p>Velocidad: expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo cuya medida principal en el sistema</p>

	internacional (SI) es el metro por segundo. Capacidad: mide la cantidad de líquido que cabe dentro de un objeto cuya medida principal en el sistema internacional (SI) es el litro.	
Tarea propuesta: Completa los espacios y relaciona cada uno de los enunciados con la magnitud que le corresponda (cada una tiene dos opciones correctas). Justifica tu respuesta. A. La habitación de Juan es rectangular y mide 1342 centímetros de largo por 635 centímetros de ancho. B. Anita se tomó ayer 750 mililitros de jugo de mango. C. Don Camilo compró 3716 gramos de azúcar en el supermercado. D. El automóvil recorrió 147 metros por segundo. E. Un celular tiene 15,5 ____ de largo. F. En mi vaso tengo 250 ____ de jugo. G. En el plato hay 325 ____ de arroz. H. Viajamos a 80 ____/____ en moto. Capacidad Masa Velocidad Longitud	Elementos de la C.E Cumplidos	
	Nivel 1 (Grado 5to)	Nivel 2 (Grado 6to)
	C.E.2.1 C.E.2.2 C.E.2.3	C.E.2.1 C.E.2.2 C.E.2.3

Nota. Esta tabla es una adaptación de la estructura de una configuración epistémica propuesta en Fernández et al. (2007). Fuente: elaboración propia (2022).

En el proceso de investigación también se puede observar la faceta de mediación e interacción configuradas, realizada por la docente investigadora, generando así la faceta de instrumentación, ello se puede visualizar en la ilustración 2.

Ilustración 1 Intervención de la docente investigadora



Nota. Esta ilustración presenta unas fotografías de la intervención por parte de la docente investigadora en la Institución Educativa La Popa, La Tebaida, (2021).

Análisis de la Configuración Epistémica

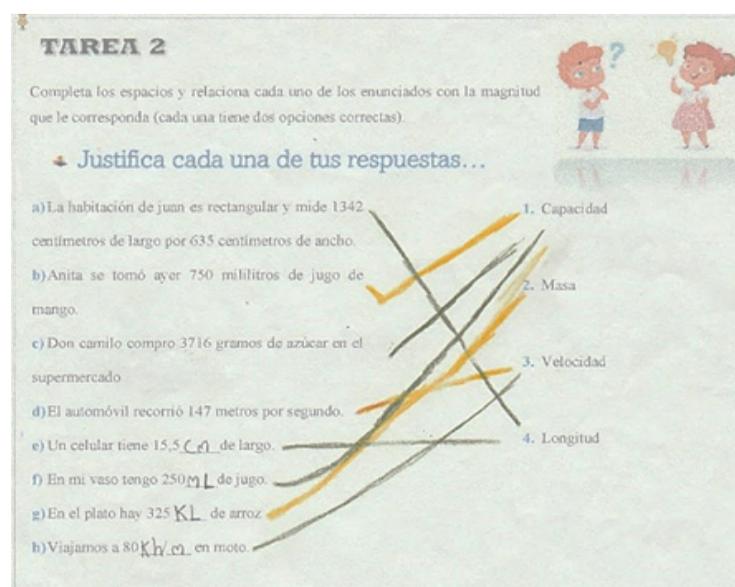
En este proceso fueron participes 17 estudiantes de grado 5to de la Institución Educativa El Caimo y 24 estudiantes de grado 6to de la Institución Educativa El Caimo sede La Esperanza a quienes se les aplicaron tres tareas de resolución de problemas basadas en el SMD enfocadas en la configuración epistémica.

De acuerdo con lo anterior, fue necesario en el desarrollo de la tarea propuesta el apoyo por parte de la investigadora para su correcto desarrollo, para ello, se realizó en el aula de clase la introducción de los diferentes conceptos matemáticos que se trabajaron, así como también se realizaron diferentes ejemplos del contexto real.

En la ilustración 3, se presenta el desarrollo de la tarea de un estudiante que cursa 5to grado, en la Institución Educativa El Caimo, el cual fue elegido al azar, en esta se tenía como finalidad evidenciar la comprensión y relación que hace el estudiante con las unidades de medida y su correspondiente magnitud presentadas en enunciados que involucran actividades cotidianas.

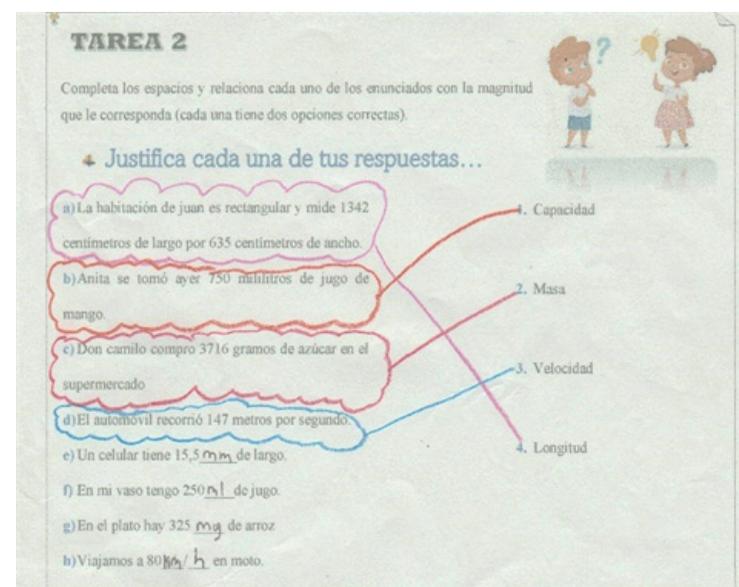
De acuerdo con el desarrollo de la tarea 2, se presenta a continuación la de un estudiante que cursa 5to grado, en la Institución Educativa El Caimo, el cual fue elegido al azar.

Ilustración 2 Desarrollo de la tarea, por un estudiante de 5to grado.



Nota. Esta ilustración muestra el desarrollo de la tarea de la C.E (2022) por un estudiante de 5to grado.

Ilustración 3 Desarrollo de la tarea, por un estudiante de 6to grado.



Nota. Esta ilustración muestra el desarrollo de la tarea 2 de la C.E.2 (2022) por parte de algún estudiante de 6to grado.

En la ilustración 4, se presenta el desarrollo de la tarea de un estudiante que cursa 6to grado, en la Institución Educativa El Caimo sede La Esperanza, el cual fue elegido al azar.

En el desarrollo de la tarea, los estudiantes de 5to y 6to comprenden y expresan que una magnitud es algo que se puede medir y que las magnitudes trabajadas en el aula eran la longitud, la masa, el tiempo, la capacidad y la velocidad, del mismo modo, recuerdan las retroalimentaciones realizadas en el aula de clase e indican algunas unidades de medida correspondiente a las magnitudes, también relacionan de manera correcta las unidades presentes en los enunciados con cada magnitud correspondiente.

De acuerdo con cada una de las descripciones de la configuración epistémica brindada anteriormente, se da paso a la fase cuatro, de la cual se obtuvo diferentes funciones semióticas (F.S.). Primero debemos saber que es una función semiótica, para ello se realizó una búsqueda generalizada que permitiera entrever la relación de la definición con el Enfoque Ontosemiótico, por lo tanto, se tomaron en cuenta las ideas planteadas por los siguientes autores:

Berchiolla (2016) quien expreso que: “la función semiótica implica la posibilidad de evocar un objeto, una acción o un acontecimiento ausente mediante la elaboración y el uso de signos” (p.1).

Aznar et al. (2016), “herramientas teóricas y metodológicas utilizadas por el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición y la Instrucción Matemática (EOS) para el estudio de la construcción de significados de objetos matemáticos” (p.1).

Godino et al. (2007), “relación entre un antecedente (expresión, significante) y un consecuente (contenido, significado) establecida por un sujeto (persona o institución) de acuerdo con un cierto criterio o código de correspondencia” (p.8).

En concordancia con lo anterior, se procede a realizar un esquema de las funciones semióticas (ver en los anexos, tabla 2) que se esperan desarrollar en cada uno de los estudiantes del marco contextual, al momento de implementar cada una de las tres tareas propuestas anteriormente en las configuraciones epistémicas

Es así como articulando los errores, las dificultades, los obstáculos, la configuración epistémica y las funciones semióticas, se llega a la siguiente síntesis, la cual nos muestra cómo a partir de la intervención docente de la investigadora, se da el contraste entre los significados personales obtenidos y los significados institucionales pretendidos, los cuales se plasman a continuación:

DEO encontradas en los estudiantes en marco contextual, al momento de la aplicación y análisis de la tarea diagnóstico.

- D1 “Dificultades en la comprensión de la fórmula del concepto de área”
- D2 “No tiene claro cognitivamente el esquema multiplicativo”
- D3 “No maneja el concepto y aplicabilidad de la división de números naturales y decimales”
- D4 “Dificultades en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud longitud”
- D5 “Dificultad en la identificación del esquema aditivo presente en el contexto real”
- D6 “Dificultades en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud masa”
- D7 “Dificultades en la utilización de múltiplos y submúltiplos de las magnitudes velocidad (longitud vs tiempo)”
- D8 “No maneja adecuadamente la redacción de enunciados analíticos”
- D9 “Dificultades en la utilización de múltiplos y submúltiplos de la magnitud capacidad”
- E1 “Error en la estructura de la fórmula del área de un rectángulo”
- E2 “No tiene claro el concepto y la escritura de la Posición decimal (problemas con el cero)”
- E3 “No maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de la magnitud longitud”
- E4 “No maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de la magnitud masa”
- E5 “No maneja adecuadamente el concepto y la conversión de unidades de medida de las magnitudes velocidad (longitud vs tiempo)” Introducción textual y verbal de los significados institucionales de Magnitud, tipos de magnitud (Longitud, Masa, Tiempo, Capacidad, Velocidad), Medida, Unidades de medida.

Instrumentos, estrategias y métodos desarrollados para fundamentar las idoneidades y contrarrestar las DEO encontrados, mediante la intervención del docente investigador.

- Introducción textual y verbal de las fórmulas y noción de área.
- Introducción textual y verbal del sistema de numeración decimal.
- Elaboración de forma colectiva de las guías de las tareas propuestas en las C.E y su respectiva impresión de las tablas de conversión de unidades de medida de cada magnitud.
- Ejemplos del contexto real para relacionar las magnitudes con sus unidades de medida principales.
- Guías impresas de tareas propuestas en las C.E.
- Entrevistas semiestructuradas con retroalimentación de los conceptos trabajados en el aula (Magnitud, tipos de magnitud, unidad de medida, multiplicación y división por una potencia de base 10, sistema de numeración decimal y operaciones básicas con números decimales). El estudiante selecciona la información necesaria para resolver problemas enfocados en el SMD.

Implicaciones del EOS en el proceso de aprendizaje del SMD en estudiantes de 5to y 6to con la implementación de instrumentos, estrategias y métodos idóneos dado por el docente investigador.

- El estudiante utiliza registros de representación semiótica para resolver problemas que involucran operaciones con números decimales.

- El estudiante hace una transición entre el lenguaje simbólico y gráfico, en el cual llega a una noesis, o sea a una representación mental.
- El estudiante maneja enunciados y expresiones que contienen símbolos y fórmulas con números decimales.
- El estudiante maneja correctamente el concepto de esquema aditivo y esquema multiplicativo con números decimales en un contexto real.
- El estudiante logra una aprehensión del sistema de numeración decimal.
- El estudiante articula coherentemente los diferentes sistemas de representación en la solución de un problema bajo el objeto matemático SMD.
- El estudiante define y decodifica correctamente las unidades de medida de las diferentes magnitudes trabajadas, en cuanto a los significados institucionales del SMD.
- El estudiante usa estrategias y procedimientos de estimación y cálculo.
- El estudiante maneja enunciados y expresiones que contienen y requieren el manejo de las diferentes unidades de medidas de una magnitud.
- El estudiante plantea técnicas, formulas y operaciones para llegar al significado institucional pretendido.
- El estudiante crea, representa y continúa una variedad de patrones numéricos que le permiten resolver problemas del SMD.
- El estudiante diferencia el concepto de magnitud y unidad de medida.
- El estudiante reconoce las unidades de medida de cada magnitud.
- El estudiante comprende la noción de área.
- El estudiante construye con los saberes adquiridos la noción de la magnitud superficie.

Conclusiones

Se llega a la conclusión de que después de la intervención de la docente investigadora, los estudiantes se apropiaron de los diferentes significados institucionales por medio de la construcción de los significados personales, empezaron a relacionar elementos matemáticos con su entorno y a identificar las unidades de medida de acuerdo al objeto o producto que escogían, así del mismo modo, a reconocer que la unidad de medida se refería a diferentes estandarizaciones las cuales se les atribuía a la cantidad de una determinada magnitud, también, se observó cómo, a través de cada intervención, los estudiantes se apropiaban de los diferentes conceptos que les permitían dominar la noción del esquema aditivo y multiplicado aplicado en el sistema de numeración decimal y comprendían el proceso y las diferentes propiedad aplicadas en la multiplicación y división por una potencia de base 10, dado que se evidenciaba en los estudiantes como mentalmente evocaban registros de representación semiótica, desde lo simbólico a lo gráfico, por ejemplo, relacionaban la ocupación de un líquido en un recipiente pequeño como lo era un vaso con los mililitros y con un recipiente grande como una botella con los litros, o expresaban acerca del tamaño de un celular que normalmente los que usábamos tenían unas dimensiones en centímetros mientras que si había un celular gigante sus dimensiones serían en metros, entre otros. Cada uno de estos aspectos, fue muy significativo para esta investigación, pues con ello se logró, la comprensión en su totalidad del sistema métrico decimal.

Por otra parte, fue notorio mediante este estudio que en el proceso escolar el desarrollo de material didáctico, así como, de estrategias tanto epistémicas como del lenguaje utilizado en estos grados, son fundamentales para llevar a cabo un aprendizaje idóneo del SMD, por lo tanto, el uso de los diferentes aspectos del contexto fueron necesarios, ya que permitieron en los estudiantes reconocer los diferentes significados instituciones desde sus propios significados personales e introducir los saberes y propiedades de los elementos matemáticos necesarios para el aprendizaje del SMD mediante ejemplos cotidianos y la construcción de las tablas de conversiones de unidades de medida colectivamente, proceso que fortaleció la noción de magnitud, unidad de medida (múltiplos y submúltiplos) y propiedades operativas, las cuales son necesarias en el proceso de aprendizaje del SMD.

Referencias bibliográficas

- Aznar, A., Baccelli, S., Figueroa, S., Distéfano, M. y Anchorena, S. (2016). Las Funciones Semióticas como instrumento de diagnóstico y abordaje de errores. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 30, 670-690. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/Ds9xYwrSDGbRDpzPR4hPNHC/?format=html&lang=es>
- Berchiolla, M. (2016). Función semiótica: creación y uso de signos compartidos. I. Sáenz, y S. Gabini, *Escritos PSI*, 105-120. <https://uai.edu.ar/media/109477/saenz-gabini-escritos-psi.pdf#page=105>
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. (2nd ed.). Editorial La Muralla. https://books.google.com.co/books?id=VSb4_cVukkcC&printsec=frontcover&dq=bisquerra+metodolog%C3%ADa+cualitativa&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Carpio Rico, A. M., Vertel Sánchez, G., González Arteta, I. D. C., & Cuesta Mosquera, M. D. C. (2022). Fortalecimiento de las competencias de cálculo matemático en la etapa 4 de procesamiento artesanal de alimentos lácteos, mediante el aprendizaje basado en problemas, creando un app híbrida denominada Eidualimentos para estudiantes de la media Institución Educativa departamental Rural de Ricaurte Guamal-Magdalena [Tesis Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena]. https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/15062/TGF_Alba%20Carpio_Gryselys%20Vertel_Ingrid%20Gonzalez_Maria%20Cuesta.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Cerezo Gamarra, M. I. (2021). Desarrollo del sentido de la medida en Educación Primaria. Un estudio de caso para la magnitud capacidad. <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/13795/CEREZO%20GAMARRA,%20MARIA%20ISABEL.pdf?sequence=1>
- Cifuentes, R. (2011). Diseño de proyectos de investigación cualitativa. *Noveduc*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1195&context=te>
- Chamorro, M. D. C. (2003). *Didáctica de las Matemáticas para Primaria*. PEARSON EDUCACIÓN. <https://en.calameo.com/read/00488797288f8593e0ca8>
- Chamorro, M. D. C. (2005). *Didáctica de las matemáticas para educación infantil*. PEARSON EDUCACIÓN. <https://unmundodeoportunidadesblog.files.wordpress.com/2016/02/didactica-matematicas-en-infantil.pdf>
- Fernández, T., Cajaraville, J. y Godino, J. (2007). Configuraciones epistémicas y cognitivas en tareas de visualización y razonamiento espacial. http://funes.uniandes.edu.co/1252/1/Fernandez2008Configuraciones_SEIEM_189.pdf
- García, L. I. y Osorio, A. M. (2008) Modelos mentales sobre el concepto de medida. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 4(2) 135-150. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134112597008.pdf>
- González Patiño, J. P. (2019). Diseño e implementación de una estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento métrico a partir del cuerpo humano. Facultad de Ciencias. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76594/8164160.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Godino, J., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2017). Enfoque Ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 90-113. <https://www.scielo.br/j/bolema/a/jQy8nXFVBd9wPYY5R38JFYw/?lang=es&format=pdf>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127-135. http://funes.uniandes.edu.co/558/1/sintesis_eos_10marzo08.pdf
- Konic, P., Godino, J., y Rivas, M. (2010). Análisis de la introducción de los números decimales en un libro de texto. *Números*. *Revista de didáctica de las matemáticas*, 74, 57-74. <http://funes.uniandes.edu.co/3546/>
- López López, D. (2013) El entorno, pieza fundamental en el momento de desarrollar el pensamiento métrico en los estudiantes de grado octavo a través de situaciones problema contextualizadas en su realidad. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21157>

- Martínez Jurado, L. (2018) Análisis del concepto de número decimal en figuras educativas del INEA. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/27088/An%c3%a1lisis%20del%20concepto%20de%20n%c3%bamerio%20decimal%20en%20figuras%20educativas%20del%20INEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moñino Sánchez, V. (2013). Dificultades en el aprendizaje de los números decimales [Tesis de pregrado, Universidad Pública De Navarra] Académica-e <https://hdl.handle.net/2454/8117>
- Moreno, B., Muñoz, M., Cuellar, J., Domancic, S. y Villanueva, J. (2018). Revisiones Sistemáticas: definición y nociones básicas. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, 11(3), 184-186. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0719-01072018000300184&script=sci_arttext
- Ortiz Lemos, J. (2012) Enseñanza del concepto de proporcionalidad en el grado 5° de primaria [Tesis de maestría, Universidad Nacional De Colombia] Repositorio Institucional de la Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10728>
- Oviedo Polanía, C. (2018). Solución de situaciones de estructura aditiva con números decimales a través del empleo de procesos de regulación metacognitiva [Tesis de maestría, Universidad autónoma de Manizales]. Archivo digital https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/818/1/Soluci%C3%B3n_situaciones_estructura_aditiva_n%C3%BAmeros_decimales_empleo_procesos_regulaci%C3%B3n_metacognitiva.pdf
- Paladines Ordoñez, B. V. (2019). Una propuesta de aula desde el enfoque de la educación matemática realista para el aprendizaje de algunos principios de sistema de numeración decimal en estudiantes de segundo grado de la educación básica. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/21249/CB%200525969-3469.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quemba, L. S. (2019). Magia, humor y creatividad en el aula para potenciar el Pensamiento matemático. *Educación y Ciencia*, (22), 415-426. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/educacion_y_ciencia/article/view/10061
- Saza, F., Manosalva, J., Restrepo, B., y Buitrago, P. (2020). Correr y medir: El desarrollo del pensamiento métrico en el contexto de la Educación Física Militar a través del Modelo de Aprendizaje Alostérico y las Redes Asociativas Pathfinder. *Latin-American Journal of Physics Education*, 14(3), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7803871>
- Scaglia, S. y Martínez, I. (2019). Educación matemática y democracia. Experiencia para el estudio del SIMELA. *Revista Contextos de Educación*, 26(19) <http://200.7.136.16/ojs/index.php/contextos/article/view/928>
- Toledo Chicaiza, Z. (2017). Una propuesta para la enseñanza de los números decimales en un contexto agrícola [Tesis de maestría, Universidad Del Valle de Colombia]. Archivo digital. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/12755>

Anexos

Tabla 2 Funciones semióticas (F.S)

Antecedente	Función semiótica	Codificación	Consecuente
Completa los espacios y relaciona cada uno de los enunciados con la magnitud que le corresponda (cada una tiene dos opciones correctas). Justifica tu respuesta.	2.1 El estudiante identifica las diferentes representaciones de un concepto bajo el objeto matemático SMD.	FS2.1	Se relaciona: La opción a y la opción e con la opción 4. La opción b y la opción f con la opción 1.
a. La habitación de Juan es rectangular y mide 1342 centímetros de largo por 635 centímetros de ancho.	2.2 El estudiante articula coherentemente los diferentes sistemas de representación en la solución de un problema.	FS2.2	La opción c y la opción g con la opción 2. La opción d y la opción h con la opción 3.
b. Anita se tomó ayer 750 mililitros de jugo de mango.	2.3 El estudiante identifica escribe y representa las conversiones de unidades de medida de una magnitud en el contexto de la resolución de problemas.	FS2.3	Completar La opción e se completa con cualquier unidad de medida de la magnitud Longitud. La opción f se completa con cualquier unidad de medida de la magnitud Capacidad.
c. Don Camilo compró 3716 gramos de azúcar en el supermercado	2.4 El estudiante interpreta y distingue entre diferentes tipos de representación el SMD.	FS2.4	La opción g se completa con cualquier unidad de medida de la magnitud Masa.
d. El automóvil recorrió 147 metros por segundo.	2.5 El estudiante define y decodifica correctamente las unidades de medida de las diferentes magnitudes trabajadas.	FS2.5	La opción h se completa con cualquier unidad de medida de la magnitud Velocidad.
e. Un celular tiene 15,5 ___ de largo.	2.6 El estudiante completa los elementos faltantes de manera correcta en cuanto a los diferentes significados institucionales del SMD.	FS2.6	
f. En mi vaso tengo 250 ___ de jugo.			
g. En el plato hay 325 ___ de arroz			
h. Viajamos a 80 ___/___ en moto.			
8. Capacidad			
9. Masa			
10. Velocidad			
11. Longitud			

Nota. Esta tabla presenta las funciones semióticas que se esperan desarrollar mediante la implementación de la tarea propuesta en la C.E.

Fuente: elaboración propia (2022).