

ARTÍCULO METODOLÓGICO

Validez y confiabilidad de tareas para valorar el conocimiento conceptual del docente sobre porcentaje

Validity and reliability of tasks to assess the conceptual knowledge of the teacher on percentage

Validade e confiabilidade de tarefas para avaliar o conhecimento conceitual do professor sobre porcentagem

RESUMEN

Se presenta una investigación de enfoque cuantitativo, centrada en la construcción de tareas con preguntas abiertas que permiten evidenciar conocimiento especializado del docente sobre porcentajes, con pruebas de validez y confiabilidad, utilizando el Modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas. Se plantearon seis tareas con preguntas orientadas al tema de porcentajes, posteriormente se sometieron a una prueba de validez con el apoyo de cinco expertos, y un análisis de confiabilidad con cinco docentes, todos con experiencia en la enseñanza de las matemáticas. Las tareas se plantearon para obtener evidencia del subdominio de Conocimiento de los Temas (KoT) de este modelo. Los resultados de las pruebas aplicadas reflejan una alta validez y confiabilidad, indicando que las tareas son útiles para identificar el conocimiento especializado del profesor de matemáticas en el tema de porcentajes, esto es, lo relacionado con operaciones porcentuales, conversión a cantidades decimales y fraccionarias, y sus registros de representación. Se concluye que las tareas permiten obtener evidencias de conocimiento del subdominio KoT. Cada pregunta fomenta un razonamiento y evidencias amplias del tema, principalmente registros aritméticos. Las tareas pueden contribuir al desarrollo de propuestas de formación o valoración del docente en el tema de porcentaje.

Palabras clave: Conocimiento de los temas; Porcentaje; Confiabilidad; Validez de contenido.

Ulises García-Teutli

ulisesgarciateutli15@gmail.com

 orcid.org/0009-0005-7009-9370

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

Estela Juárez-Ruiz

estela.juarez2000@gmail.com

 orcid.org/0000-0002-2857-0772

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM),
5(1), Ene.-Dic. 2025, pp. 1-27 – e202503

Asociación Aprender en Red

Asociación Venezolana de Educación Matemática

ISSN: 2739-039X

www.reviem.com.ve

Remita cualquier duda sobre esta obra a:
Ulises García-Teutli

Recibido: 12/09/2024

Aceptado: 13/03/2025

Publicado: 22/05/2025

<https://doi.org/10.54541/reviem.v5i1.131>

ABSTRACT

This article presents quantitative research, focused on the construction of tasks with open questions that allow the teacher's specialized knowledge on percentages to be demonstrated, with validity and reliability tests, using the Mathematics Teacher's Specialized Knowledge Model. Six tasks were proposed with questions oriented to the topic of percentages, then they were subjected to a validity test with the support of five experts, and a reliability analysis with five teachers, all with experience in teaching mathematics. The tasks were proposed to obtain evidence of the Knowledge of Topics (KoT) subdomain of this model. The results of the tests applied reflect a high validity and reliability, indicating that the tasks are useful to identify the specialized knowledge of the mathematics teacher on the topic of percentages, that is, related to percentage operations, conversion to decimal and fractional quantities, and their representation records. It is concluded that the tasks allow obtaining evidence of knowledge of the KoT subdomain. Each question encourages broad reasoning and evidence of the topic, mainly arithmetic records. Tasks can contribute to the development of training proposals or teacher assessment on the topic of percentage.

Keywords: Knowledge of topics; Percentage; Reliability; Content validity.

RESUMO

Este artigo apresenta uma pesquisa quantitativa, focada na construção de tarefas com questões abertas que permitam demonstrar o conhecimento especializado do professor sobre porcentagens, com testes de validade e confiabilidade, utilizando o Modelo de Conhecimento Especializado do Professor de Matemática. Foram propostas seis tarefas com questões orientadas ao tema das porcentagens, que posteriormente foram submetidas a um teste de validade com o apoio de cinco especialistas e a uma análise de confiabilidade com cinco professores, todos com experiência no ensino de matemática. As tarefas foram projetadas para obter evidências do subdomínio Conhecimento de Tópicos (KoT) deste modelo. Os resultados dos testes aplicados refletem uma alta validade e confiabilidade, indicando que as tarefas são úteis para identificar o conhecimento especializado do professor de matemática sobre o tema das porcentagens, ou seja, relacionadas às operações percentuais, conversão para grandezas decimais e fracionárias e seus registros de representação. Conclui-se que as tarefas permitem obter evidências de conhecimento do subdomínio KoT. Cada questão estimula raciocínio e evidências abrangentes sobre o tópico, principalmente registros aritméticos. As tarefas podem contribuir para o desenvolvimento de propostas de treinamento ou avaliação de professores sobre o tema porcentagem.

Palavras-chave: Conhecimento dos temas; Porcentagem; Confiabilidade; Validade de conteúdo.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento que los docentes manifiestan en diversos contextos de práctica es objeto de estudio en muchas ocasiones, pues existen investigaciones que buscan analizar los métodos, estrategias y actividades que diseñan, desarrollan e implementan los profesores para facilitar la comprensión de los estudiantes en temas específicos de las matemáticas (Ball *et al.*, 2008; Carrillo *et al.*, 2018; Godino *et al.*, 2017). Entre los diferentes contextos e instrumentos que son utilizados para estudiar el conocimiento docente se encuentran, los propios de su práctica, como las planeaciones de clase en diversos contenidos matemáticos, como la localización de puntos en el plano cartesiano (Pacheco *et al.*, 2023), la resolución de problemas aditivos (Otero *et al.*, 2023), la enseñanza de la estructura multiplicativa (Tascón & Juárez, 2024), y la enseñanza de las simetrías (Paternina-Borja & Juárez-Ruiz, 2023). Otros contextos utilizados para explorar el conocimiento docente, son las observaciones de clase (Delgado & Zakaryan, 2020; Oliveira & Teixeira, 2022), las discusiones grupales entre docentes en cursos de formación inicial y continua (Montes *et al.*, 2021; Galleguillos *et al.*, 2023) y las entrevistas semiestructuradas cuando los docentes reflexionan en el proceso de instrucción (Meléndez-Cruz *et al.*, 2022).

Otro contexto, es la creación y validación de instrumentos que se ha identificado permiten al investigador indagar en el conocimiento docente. Entre ellos, se pueden mencionar los cuestionarios de preguntas abiertas (Advíncula *et al.*, 2021; Franco & Alsina, 2023) o de preguntas cerradas (Hernández & Lizarde, 2016; Moriel *et al.*, 2017), así como la elaboración de tareas (Climent *et al.*, 2024; Montes *et al.*, 2021; Lizarde *et al.*, 2021; Pascual *et al.*, 2023), en contenidos matemáticos específicos.

Esta investigación se centra en la aplicación de pruebas de validez y confiabilidad de un conjunto de tareas con preguntas abiertas, que coadyuva a evidenciar el conocimiento conceptual del docente sobre porcentaje en el subdominio de Conocimiento de los temas del modelo MTSK.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con respecto al tema de porcentaje, proviene de situaciones cotidianas en el manejo de partes respecto de un total, esto conlleva una variedad de interpretaciones que, en la formalidad matemática, se limitan a un problema en particular. Ampliar el conocimiento sobre porcentajes puede beneficiar en su aplicación en distintos contextos. Es esencial identificar lo que el docente ya concibe sobre porcentajes, pues deben tener un conocimiento profundo sobre los conceptos matemáticos que enseñan (Flores-Medrano *et al.*, 2016).

Para una mejora de la práctica educativa, los docentes en formación y con experiencia planean y seleccionan procedimientos para enseñar frente a grupo, aplican estrategias orientadas a experiencias personales para trazar una explicación familiar del tema, esto impacta en la comprensión del estudiante hacia situaciones porcentuales (Adame & de Lira, 2019), pues se debe considerar el aprendizaje conceptual y abstracto dentro de estas estrategias, con el objetivo de dar formalidad al objeto matemático.

El diseño de estrategias docentes para el aprendizaje de los estudiantes en temas de matemáticas es importante. Anasagasti Aguirre y Berciano Alcatraz (2016) señalan la importancia de conocimientos técnicos y estratégicos por parte del docente para dar soporte a la educación del estudiante. Es importante que el contenido de las actividades propuestas por el docente tenga un sustento conceptual.

Además, cuando el docente no posee los conocimientos necesarios para enseñar el tema, puede recurrir a estrategias de enseñanza que limitan el aprendizaje del estudiante (Adame & de Lira, 2019). Investigadores como Maz y Gutiérrez (2008) analizan los errores que presentan

docentes en formación en la interpretación de porcentajes, donde revelan que una de las causas de estos errores es la asociación del porcentaje con algoritmos, en lugar de la comprensión conceptual del porcentaje.

Por lo anterior, es importante identificar el conocimiento especializado que el docente manifiesta en los procesos de enseñanza del tema de porcentajes, específicamente, los saberes necesarios para enseñar el tema, y reconocer sus propiedades, la fenomenología y representaciones (Carrillo *et al.*, 2018) para evitar errores en la aplicación de procedimientos de resolución de problemas. Esta investigación se sostiene en el Modelo Especializado del Profesorado de Matemáticas (MTSK, Carrillo *et al.*, 2018), el cual permite analizar, por medio del subdominio de Conocimiento de los Temas, el conocimiento conceptual del docente (Climent *et al.*, 2024; Flores-Medrano *et al.*, 2016).

El modelo MTSK sustenta investigaciones que estudian el conocimiento que posee el profesor de matemáticas, esto involucra los saberes conceptuales y didácticos dentro de la enseñanza de un tema (Carrillo-Yáñez *et al.*, 2018). Investigadores como Moriel *et al.* (2017) construyeron preguntas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la división de fracciones, trabajando con el modelo MTSK. Martín-Díaz *et al.* (2023) diseñaron una tarea para maestros de primaria en formación, misma que se implementa y analiza bajo descriptores del modelo MTSK orientados al tema de definición. Advíncula *et al.* (2021) crearon un instrumento que permite explorar el conocimiento del docente en el tema de la parábola, también ocupando el modelo MTSK, para crear indicadores orientados al tema para hacer un análisis claro.

La presente investigación se centra en plantear tareas enfocadas en el tema de porcentajes, como una propuesta para trabajar con el docente o un grupo de docentes e identificar su conocimiento especializado matemático, de ahí surge la importancia de aplicar pruebas de validez y confiabilidad que valoren la pertinencia de las preguntas para revelar suficientes evidencias de conocimiento docente. En particular, se estudian las propiedades del porcentaje, sus aplicaciones y los fenómenos donde adquiere sentido, sus representaciones y los procedimientos para intervenir en la relación parte-todo, la traducción en cantidades decimales y fraccionarias, y el manejo de su estructura aditiva y multiplicativa. Estos aspectos tienen que ver con el sentido de porcentaje como elemento situacional, que se revela como número en la comparación de cantidades, para el ordenamiento, como razón o fracción, como función, además de poseer una estructura aditiva o multiplicativa (Behr *et al.*, 1983; Parker & Leinhardt, 1995; Salinas, 2016).

Por tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tareas permiten evidenciar conocimiento especializado matemático del docente sobre porcentajes en el subdominio Conocimiento de los temas, sometidas a pruebas de validez y confiabilidad?

De esta pregunta, sigue el objetivo de la investigación, el cual es la aplicación de pruebas de validez y confiabilidad en tareas con preguntas abiertas que se plantean para obtener evidencias de conocimiento especializado matemático del docente sobre el tema de porcentajes en el subdominio Conocimiento de los temas del modelo MTSK.

MARCO TEÓRICO

Una interpretación sobre el porcentaje es la relación de unidades por cada 100 (Oxford Advanced Learner's Dictionary, 2023). Por otro lado, Salinas (2016) menciona la fuerte presencia del porcentaje en situaciones de la vida cotidiana. Parker y Leinhardt (1995) señalan la complejidad del porcentaje con representaciones que se han transformado en decimales y fracciones para situaciones de comparación.

Se puede apreciar que el porcentaje no es un objeto con definición única, sino que se moldea según las situaciones y los significados en los que se aplica. Se puede percibir como un número, por el ordenamiento lineal para la comparación entre cantidades o como una cantidad intensiva para cuantificar las relaciones multiplicativas entre cantidades. También se puede tratar como razón o fracción, cuya partición generalmente es la base 100 de un conjunto en el que se toman partes para formar otro conjunto que determina la cantidad deseada. Por último, está la representación como estadístico o función, que describe la relación entre partes de datos conocidos, considerando una cantidad de entrada y otra de salida (Parker & Leinhardt, 1995).

Aunado a lo anterior, Salinas (2016) halla sentido en el porcentaje por medio de los sistemas de representación. Describe la notación simbólica, que concatena el símbolo de tanto por ciento % y un número decimal o entero. La representación verbal combina la descripción de una cantidad y la expresión “por ciento”, que hace referencia a una proporción cuya referencia es el número 100. Por último, la representación gráfica considera diagramas que se dividen en sectores y cuyas partes sirven para describir una situación que se resalta o destaca visualmente. La recta numérica también se considera como una representación gráfica que permite hacer divisiones en intervalos discretos.

Salinas (2016) también describe la estructura del porcentaje como resultado de las redes conceptuales organizadas y relacionadas, lo que permite construcciones sólidas, para el entorno escolar, se describe la estructura aditiva como números con signo que aumentan o reducen porcentajes y cuya relación se describe como parte-todo, relación de cambio o relación de comparación, también está la relación multiplicativa como aquella cantidad que se descompone en cien partes iguales, cada una relacionada multiplicativamente con el total y cuya relación básica es la de parte-todo (como las n partes iguales de un total).

La importancia del docente para enriquecer el conocimiento del estudiante se determina en parte por los conocimientos que posee sobre el área de estudio. El conocimiento matemático impulsa los saberes que el docente tiene sobre el tema para impartir, sin embargo, no garantiza que el trabajo cubra los conceptos y las representaciones que el estudiante necesita para asimilar el tema (Ball *et al.*, 2008). El estudio del conocimiento matemático del docente es amplio, la importancia de categorizar el conocimiento para plantear tareas enfocadas en un saber particular y obtener evidencias claras de conocimiento docente, hacen necesaria la búsqueda de un modelo que organice estos saberes docentes (Carrillo *et al.*, 2018).

MODELO DEL CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS

Las investigaciones sobre el conocimiento del profesor de matemáticas (Ball *et al.*, 2008; Carrillo-Yáñez *et al.*, 2018; Godino & Batanero, 2002; Shulman, 1986) han avanzado en la comprensión de las capacidades necesarias para una correcta enseñanza. En la presente investigación se considera el modelo MTSK, propuesto por Carrillo-Yáñez *et al.* (2018), el cual organiza la práctica docente en tres dominios: el conocimiento matemático (enfoque de este estudio), el conocimiento didáctico de las matemáticas y el dominio de las creencias. Se describe a continuación el dominio matemático (para el estudio de los otros dominios, consultar Carrillo-Yáñez *et al.*, 2018).

El Dominio del Conocimiento Matemático (MK). Abarca el conocimiento matemático que el profesor utiliza en la enseñanza, más allá del contenido que se espera que los estudiantes aprendan. Se divide en tres subdominios, el Conocimiento de los temas (KoT), de la Estructura Matemática (KSM) y de la Práctica Matemática (KPM). Esta investigación busca la validez y confiabilidad en tareas que permitan evidenciar el KoT del docente, en beneficio de identificar la concepción que el docente tiene sobre el porcentaje. El subdominio por tratar se describe a continuación:

- Conocimiento de los Temas (KoT). Incluye la comprensión del profesor sobre un tema matemático, sus definiciones, propiedades y fundamentos, la fenomenología y sus aplicaciones, procedimientos, y registros de representación, con este subdominio se identifican los conceptos, algoritmos o procedimientos que el profesor usa al trabajar un tema. Este dominio integra las categorías:
 - Definiciones propiedades y sus fundamentos. Definiciones y saberes que definen en conjunto un objeto matemático.
 - Fenomenología y aplicaciones. Se abordan los fenómenos a los que se asocia un tema y situaciones donde se aplica un tema.
 - Registros de representación. Conocimiento de los registros en los que se puede representar un tema.
 - Procedimientos. Conocimiento de cómo hacer algo, por qué se hace y características de los objetos resultantes.

METODOLOGÍA

La investigación tiene un enfoque cuantitativo que consiste en someter tareas a pruebas de validez de contenido y confiabilidad. La “investigación cuantitativa es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo siguiendo determinados pasos” (Monje, 2011, p. 19). Se plantearon tareas con situaciones que conducen a preguntas abiertas, en las cuales se analizará el conocimiento del docente de matemáticas. Las preguntas se plantearon con un formato de respuesta abierta para que el docente evidencie a detalle sus procedimientos. La presente investigación se centra en la valoración de tareas mediante el juicio de expertos y un pilotaje, así se podrá determinar si las situaciones son apropiadas para que el docente evidencie conocimiento especializado en el tema de porcentajes, a través del modelo MTSK como marco teórico. Esto beneficia al investigador en la detección de las herramientas conceptuales con las que el docente cuenta para enseñar y aplicar frente al grupo el tema de porcentajes.

La población objetivo para aplicar el instrumento es en docentes de matemáticas de educación básica, para el nivel secundaria, quienes enseñan a estudiantes de 11 a 13 años, ya que en este nivel educativo el porcentaje puede tener una mejor intervención con otros temas, como la proporcionalidad, la razón de cambio o el uso de gráficos, es decir, reconocer conceptualmente al porcentaje mejora su uso en otras situaciones matemáticas.

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Para el planteamiento de las tareas centradas en el subdominio KoT, primero se realizó una revisión de literatura y se establecieron las concepciones de porcentajes, los cuales se presentan a continuación (Parker & Leinhardt, 1995; Salinas, 2016):

1. Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades. El porcentaje se denominó un número de comparación de porciones, esto es, puede ordenarse linealmente para facilitar la comparación. Aquí el porcentaje puede considerarse un índice comparativo (Behr *et al.*, 1983) que describe la expresión estandarizada de una razón. Ejemplo: 50% es mayor que 10% en el mismo espacio total. Se registraron cinco reactivos para trabajar esta situación.
2. Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala. Las cantidades

intensivas son relaciones, ya sea externas (cantidades de diferentes tipos) e internas (cantidades del mismo tipo) que son a su vez escalares. Ejemplo: ordenar entre $1/2$ y $2/5$ se puede simplificar a 50% y 40% para escalar entre las partes del entero. Se registraron tres reactivos para trabajar esta situación.

3. Porcentaje como razón o fracción para expresar conjuntos. Consiste en la descripción de la relación que existe entre un conjunto dentro de otro conjunto, es decir, la relación parte-todo. Ejemplo: la relación de $2/5$ es equivalente al 40% de un total asignado. Se registraron tres reactivos para trabajar esta situación.
4. Porcentaje como estadístico o función en operadores funcionales. Expresiones estandarizadas de operadores funcionales. Se usa para establecer una relación funcional entre una cantidad original (o cantidad de entrada) y la cantidad final (salida). Ejemplo: Se poseen 2 piezas de 8 a pintar, esto es, se posee el 25% de las piezas para pintar. Se registraron cuatro reactivos para trabajar esta situación.
5. Estructura aditiva cuya relación es de cambio, comparación o parte-todo. Considera al porcentaje como fracciones con el mismo denominador; como relación aditiva relativa se consideran números con signo que aumentan o reducen porcentajes. Las relaciones básicas existentes son: parte-todo, de cambio, de comparación. Ejemplo: $20\% < 60\%$ para un total fijo. Se registraron tres reactivos para trabajar esta situación.
6. Estructura multiplicativa cuya cantidad se descompone en 100 partes iguales relacionadas con un total. Cantidad que se descompone en cien partes iguales, cada una de ellas relacionada multiplicativamente con el total. Ejemplo: 25% de 100 corresponde con $n/100$, donde $n = 25$. Se registraron dos reactivos para trabajar esta situación.

Con base en estas concepciones del concepto de porcentaje, se elaboraron 20 reactivos, esto es, preguntas que buscan evidencias de conocimiento, distribuidos en seis tareas diseñadas a partir de los descriptores de las categorías que forman parte del subdominio KoT del modelo MTSK.

En la Tabla 1 se muestra la relación que se estableció entre cada categoría del KoT y determinadas concepciones del porcentaje. Asimismo, se establecieron descriptores de conocimiento que permitieron enfocar la búsqueda de evidencias de conocimiento del docente en la resolución de las tareas. Cabe señalar que esta tabla no es la única posible relación que se puede establecer entre las categorías y las concepciones de porcentaje, pero fue resultado del análisis conceptual que se hizo a las concepciones y su vínculo con cada categoría. Finalmente, las relaciones establecidas en la tabla sirvieron como guía para la construcción de las tareas, las situaciones y preguntas, para poder evidenciar el conocimiento del docente buscado.

Tabla 1

Relación entre las situaciones del concepto de porcentaje y los descriptores de las categorías del Subdominio de Conocimiento de los Temas

Categoría	Concepciones del porcentaje	Descriptores de Conocimiento
Definiciones, propiedades y sus fundamentos	1. Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades. 2. Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala. Se tratan situaciones de porcentaje como: 2.1. Resultado de una cantidad porcentual aplicada sobre un todo. (Ejemplo. 25% de 60 = x) 2.2. Cantidad que produce un efecto sobre un todo para obtener la cantidad parcial. (Ejemplo. $x\%$ de 60 = 15) 2.3. Valor implicado en la búsqueda del todo o la cantidad base, conociendo la cantidad parcial. (Ejemplo. 25% de x = 15)	Conoce la diferencia de cantidades porcentuales mayores o menores entre sí. Conoce la equivalencia de un porcentaje con su cantidad decimal, ya sea que se busque el equivalente decimal de una cantidad porcentual total o parcial.
Procedimientos	3. Tratamiento del porcentaje como razón o fracción para expresar la equivalencia entre cantidades. 4. Tratamiento del porcentaje como estadístico o función para operadores que actúan con base en datos iniciales que describen una relación.	Conoce cómo tratar el porcentaje como razón parte-todo, de ahí que se pueda traducir un porcentaje en fracción o como una partición. Conoce cómo tratar el porcentaje con variables que describen una relación.
Registros de Representación	5. Registros porcentuales con una estructura aditiva, donde se establece una relación de cambio, comparación o parte-todo entre cantidades, bajo un mismo total, usando gráficos, símbolos o expresiones verbales.	Conoce el uso de registros de representación para describir la proporción entre partes porcentuales de un mismo total.
Fenomenología y aplicaciones	6. Estructura multiplicativa de un total que se descompone en 100 partes iguales, agrupadas en conjuntos que describen relaciones.	Conoce la relación entre n partes de un total que se perciben simultáneamente bajo una fenomenología, esto es, con cambios constantes.

DISEÑO DE LAS SITUACIONES QUE CONFORMAN LAS TAREAS

A continuación, se muestran algunas de las tareas diseñadas que permiten obtener información del conocimiento conceptual del docente cuando se enfrenta a situaciones en este tema, además proporcionan una comprensión integral del conocimiento especializado del profesor en la enseñanza de porcentajes.

SITUACIÓN 1. PORCENTAJE COMO NÚMERO INVOLUCRADO EN LA COMPARACIÓN DE CANTIDADES

En un hotel, los empleados se distribuyen equitativamente un total de tareas fijas diarias. Si el hotel cuenta con 20 empleados:

1. ¿Cómo se podría describir exactamente el número de tareas asignadas a cada empleado?
2. ¿Qué valor puede servir para representar la cantidad exacta de tareas asignada a cada empleado?
3. Un empleado se ausentó una semana y su compañero quiso realizar sus tareas, además de las suyas, ¿qué cantidad representa el total de sus tareas en esa semana?
4. Otro hotel reparte equitativamente las tareas, pero contrata a 40 empleados, ¿Qué valor puede representar o describir la cantidad exacta de tareas asignada a cada empleado?
5. ¿En qué hotel se asignan a sus empleados menos tareas? ¿Qué cantidad representa la diferencia entre las tareas del hotel de 20 empleados respecto al segundo hotel?

Ejemplos de solución: no se indica un total de tareas para los 20 empleados, pero se puede abordar este total como un todo que varía, aún con esto se puede tratar un 100% como el total y las tareas de cada empleado como las partes porcentuales, entonces el total de tareas para cada empleado es del 5%, este registro contiene el símbolo de porcentaje. Para abordar el reactivo 3, es importante verificar el total, si se trata de actividades diarias, el $10\% = 5\% + 5\%$ es lo que debe hacer un empleado, pero el total de tareas en la semana es un universo distinto, por lo que el porcentaje se debe reescribir bajo este total, y es equivalente al de un día laboral, 10% es lo que deberá hacer un empleado. Para el reactivo 4, se hace el mismo tratamiento que en 2, pero la división del 100% es a 40 empleados, teniendo un 2,5% del total de tareas por asignar a cada empleado. En el reactivo 5, se puede interpretar la diferencia del $2,5\% = 5\% - 2,5\%$ de tareas entre hoteles, siempre y cuando el universo de tareas sea el mismo, el hotel con 40 empleados asignará más tareas, de otro modo, la equivalencia decimal será variable y no se podrá determinar el hotel con mayor número de tareas sin su equivalente decimal.

Discusión sobre esta tarea en la categoría de definiciones, propiedades y sus fundamentos. Se propuso para evidenciar cómo los docentes movilizan su conocimiento sobre la concepción de porcentaje en la comparación de cantidades. La representación del total como 100% constituye un punto de partida esencial, permitiendo describir la cantidad total del problema y realizar operaciones que reflejen los cambios en la distribución porcentual. En los reactivos 3 y 4, se analiza el efecto de sumar y repartir las cantidades porcentuales, y cómo el cambio en la cantidad total afecta la interpretación del porcentaje para las partes. En el reactivo 5, se fomenta la discusión sobre la comparación de proporciones porcentuales en diferentes escenarios, desafiando a los docentes realizar cálculos en función de las propiedades del porcentaje.

SITUACIÓN 2. PORCENTAJE COMO CANTIDAD INTENSIVA EN RELACIONES DE ORDENAMIENTO Y ESCALA

Un hotel cuenta con huéspedes nacionales y extranjeros y se ha llenado al 80% de su capacidad. Se aprecia que el 30% son nacionales y el 50% son extranjeros. El hotel tiene capacidad para 500 huéspedes.

1. ¿Cuántos huéspedes harían falta para llenar el cupo del hotel?
2. Si 20 nuevos huéspedes nacionales hacen reservación en el hotel, ¿cuántos huéspedes nacionales habrá?
3. ¿Qué harías para explicar al gerente cuántos huéspedes nacionales y extranjeros hay con las nuevas reservaciones? Describe libremente tu respuesta.

Ejemplos de solución: al tratarse de un 80% de 500 personas, se aplica una cantidad porcentual sobre un todo, en este caso, $80\% \text{ de } 500 = 400$, son las personas hospedadas, basta restar el total y esta cantidad equivalente para identificar que son 100 personas las que faltan para llenar el cupo del hotel, también se puede buscar el restante $100\% - 80\% = 20\%$ y obtener su equivalente decimal como $20\% \text{ de } 500 = 100$ personas para llenar el cupo del hotel. En el reactivo 2, se pide actualizar el número de huéspedes nacionales, se sabe que el 30% son nacionales, se busca el 30% de 500 = 150 huéspedes nacionales, por tanto, son 170 huéspedes nacionales después de la última reservación. La explicación al gerente puede variar por medio de un gráfico de pastel que explique la cantidad de huéspedes nacionales e internacionales, una representación porcentual con gráficos de barras o una descripción numérica del porcentaje.

Discusión de la tarea en la categoría de definiciones, propiedades y sus fundamentos. Se propuso para evidenciar cómo los docentes movilizan su conocimiento del porcentaje como cantidad intensiva, enfocándose en relaciones de ordenamiento y escala. En el reactivo 6, se debe tratar el cálculo del porcentaje como complemento de un todo, una habilidad fundamental para comprender cómo se distribuyen las cantidades. Los reactivos 7 y 8 abordan al porcentaje como cantidades parciales o acumulativas, invitando la explicación del docente sobre cómo estos valores interactúan para modificar un total.

SITUACIÓN 3. TRATAMIENTO DEL PORCENTAJE COMO RAZÓN O FRACCIÓN

Dos amigos pondrán a competir sus vehículos a control remoto, ellos no saben que la batería del auto de la persona **A** tiene mayor duración que el de la persona **B**. Los autos inician la carrera con media carga que se ve en sus controles. Cuando el auto de **B** se apague, el indicador de **A** mostrará la mitad de su carga inicial:

1. ¿Cuánto dura la batería del auto de **B** respecto al de **A**? Haz una representación de este caso. **B** no entiende por qué el auto de **A** sigue encendido si ambos iniciaron con la misma carga.
2. ¿Cómo explicarías a **B** esta situación? Haz un diagrama de ser necesario.
3. Ambos cargan sus autos por completo y al jugar un rato **A** dice que su auto tiene $\frac{4}{5}$ de carga aún y que seguro a **B** le quedan $\frac{4}{10}$ pero **B** no entiende el porqué, ¿cómo explicarías a **B** usando porcentajes de carga de los autos?

Ejemplos de solución: Si se describe el inicio de ambas cargas con un 50%, cuando el auto de **B** este en 0%, el de **A** seguirá con un 25% de carga. Este argumento se debe explicar a **B**, sustentando que el motivo de la diferencia de cargas al final se debe a que la capacidad de batería de cada vehículo es la misma. Se explica la carga del auto de **B** con relación a la carga de **A**, tomando en cuenta que la carga del auto **B** es la mitad del auto **A**, de ahí que la carga de **B** sea $\frac{4}{10} = \frac{2}{5}$ del 100%, o bien, la mitad de $\frac{4}{5}$ del 100% de carga del auto **A**.

Discusión sobre la tarea en la categoría de procedimientos. Esta tarea se propuso para que el docente evidencie su conocimiento sobre el uso de procedimientos matemáticos al abordar

relaciones entre fracciones y porcentajes, interpretando el concepto de razón como comparación entre conjuntos. Se busca que el docente analice cómo las fracciones representan proporciones relativas y cómo estas se traducen a porcentajes para describir la duración de las baterías. Además, la tarea fomenta la comprensión de la relación parte-todo al interpretar los valores parciales en términos de un total, distinguiendo entre cantidades relativas y absolutas. Esto incluye justificar los cálculos y representaciones mediante diagramas o explicaciones claras, mostrando cómo los procedimientos matemáticos fundamentan las relaciones entre cantidades.

SITUACIÓN 4. TRATAMIENTO DEL PORCENTAJE COMO ESTADÍSTICO O FUNCIÓN EN OPERADORES

El gerente de una tienda desea calcular el descuento de un coordinado de ropa para una venta especial. El precio de una camisa es de \$40 y el de un pantalón es de \$60. El descuento se aplica de forma que el precio total de ambos productos después del descuento sea igual al 80% del precio total original del coordinado.

1. ¿Cuál es el porcentaje de descuento aplicado a cada artículo? ¿Cuánto terminará costando cada artículo?
2. Plantea otro ejemplo similar al problema descrito.
3. ¿Existirá una expresión algebraica o gráfica que pueda describir todas las soluciones a este problema? En caso afirmativo, ¿cuál sería esta expresión?
4. Si tuvieras que explicar a tus estudiantes la relación del precio y del descuento sin usar %, ¿cómo procederías?

Ejemplos de solución: Ya que ambos productos se venden al 80% de su precio unido, se puede aplicar a ambas prendas el descuento por separado y después juntarlo, esto es, 80% de 40 = 32, mientras que el 80% de 60 = 48, así que el precio del coordinado con descuento es \$80. Los valores pueden cambiar, así como la cantidad de elementos que pertenecerán al conjunto final, cuyo descuento será aplicado. La relación algebraica que describe cómo se conectan ambos precios se puede tratar como $40x + 60y = 0,8(60 + 40)$, ya que el comportamiento del precio de ambas prendas puede variar algebraicamente de muchas para llegar al 80% del precio final. Esta relación entre el precio y el descuento se puede asociar con la pérdida parcial de un total, y esta pérdida es el divisor de un entero, que representa el total.

Discusión sobre la tarea en la categoría de procedimientos. La tarea se propuso para que el docente muestre conocimiento sobre procedimientos matemáticos involucrados en la resolución de problemas relacionados con porcentajes y descuentos. Al incluir elementos algebraicos y funcionales, se pretende que el docente muestre conocimiento sobre la relación entre precios y descuentos desde diferentes perspectivas, como cálculos directos y formulaciones algebraicas. Además, se fomenta la discusión sobre las propiedades de los operadores funcionales y su aplicación en contextos reales.

SITUACIÓN 5. REGISTROS PORCENTUALES CON UNA ESTRUCTURA ADITIVA

Juan tenía \$50 ahorrados en su almohada. Decide guardar el 50% y el resto ocuparlo para comprar dulces el fin de semana. El fin de semana sus abuelos le dieron una mesada de \$100, de la que Juan ahorró el 25% y añadió a su ahorro inicial.

1. ¿Cuánto tiene ahorrado Juan en total?
2. ¿Cómo es el ahorro inicial de Juan respecto al ahorro total?

3. ¿Cómo explicaría la diferencia o semejanza entre los porcentajes de ahorro realizados y sus cantidades numéricas asociadas?

Ejemplos de solución: El ahorro de Juan está determinado por el 50% de 50 = 25, mientras que el nuevo ahorro es de 25% de 100 = 25, así que el ahorro final es de \$50. Hablando de porcentajes, el ahorro inicial es mayor que el ahorro del fin de semana (50% > 25%), no obstante, con el formato decimal estas cantidades son equivalentes al tener dos totales (\$50 en el primer total, \$100 el segundo total).

Discusión sobre la tarea en la categoría de registros de representación. Se propone la tarea para que el docente interprete y represente relaciones porcentuales tanto en lenguaje natural como en registros numéricos, considerando cómo el total afecta la interpretación de los porcentajes. Además, se considera el conocimiento sobre la comparación entre los porcentajes aplicados y las cantidades resultantes, enfocándose su comunicación en diferentes registros.

SITUACIÓN 6. ESTRUCTURA MULTIPLICATIVA DE UN TOTAL QUE SE DESCOMPONE EN 100 PARTES IGUALES RELACIONADAS CON UN TOTAL

El costo por una vajilla es de \$500 y por venta especial tiene el 30% de descuento, no obstante, se deberá aplicar el 16% IVA sobre el precio final. Un cliente llega a comprar la vajilla e imagina que sería mejor aplicar el 16% de IVA sobre el precio original y luego aplicar el descuento.

1. ¿Es correcta la idea del cliente?
2. ¿Qué estrategia aplicaría para explicar a sus estudiantes la diferencia entre ambas opciones de pago?

Ejemplos de solución: Desde una postura aritmética el docente podría desarrollar cálculos paso a paso, aplicando primero el descuento del 30% equivalente a \$150, obteniendo un total de \$150, a esta resta que resulta en \$350 se aplica el 16% de IVA, equivalente a \$56, resultando en \$406 como precio final, por otro lado, se puede iniciar aplicando el IVA a los \$500, resultando en \$580, y luego aplicar el descuento de 30%, resultando en \$406. En un formato gráfico se puede sujetar a barras cada cantidad y expresar el cambio por colores, mostrando el aumento y las disminuciones sobre el total; cada cálculo porcentual se describe bajo un total diferente, el cual debe ser considerado para que las cantidades sean correctas, es importante sumar o restar estas porciones a la cantidad total.

Discusión sobre la tarea en la categoría de fenomenología y aplicaciones. Se propuso la tarea para que el docente analice cómo los contextos afectan la interpretación y uso de los porcentajes, promoviendo conexiones entre los fenómenos reales y el conocimiento matemático. Se fomenta la discusión sobre la secuencialidad de operaciones matemáticas y cómo impacta en los argumentos de escenarios reales.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Con el objetivo de obtener un instrumento válido y confiable para recolectar información suficiente del conocimiento especializado del docente KoT en el tema de porcentajes, se aplica al instrumento la prueba de validez de contenido, con la intervención de jueces expertos.

La validez “consiste en que mida lo que se quiere medir (autenticidad) [...] Al estimar la validez es necesario saber a ciencia cierta qué rasgos o características se desean estudiar” (Corral, 2009, p. 230). La validez de contenido consiste en saber qué tan correcto es el muestreo que se está aplicando a la prueba según la medición que se espera conseguir (Cohen & Swerdik, 2001).

El juicio de expertos permite la validez de contenido gracias a la opinión informada de personas que tienen trayectoria en el tema y pueden emitir evidencias, juicios y valoraciones (Ding & Hersherberger, 2002), por esto se solicitó a cinco jueces expertos en el área de Educación Matemática su participación para evaluar el instrumento.

Se preparó la plantilla para el juicio de expertos, propuesta por Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez en 2008, adjuntándose el instrumento para evaluar los ítems, tomando en cuenta la clasificación de las seis situaciones con enfoque en categorías específicas del modelo MTSK. Para evitar elementos subjetivos de los expertos en la validez del instrumento y conseguir un puntaje válido global, se aplicó la prueba V de Aiken con las mediciones de los cinco expertos para evaluar la concordancia entre jueces.

El estadístico V de Aiken (Aiken, 1985) está diseñado para la validez de contenido con el juicio de expertos, su valor es está en el rango de 0 (calificación mínima) a 1 (calificación máxima). En este estadístico se considera la fórmula:

$$V = \frac{\bar{x} - l}{k}$$

Donde k es el rango de la escala a utilizar, l el valor de la calificación mínima de la escala y $\bar{x}$ la media de la calificación de los jueces. En Aiken (1985) también se detalla una tabla con medias de probabilidad del valor desconocido V poblacional, para 2 a 7 categorías, de 2 a 25 evaluadores, y con niveles de significancia de 95% a 99%.

En este estudio, se espera que el coeficiente de validación de la prueba de Aiken sea mayor a 0,93, con un p-valor de 0,006, pues el estudio recurre a cinco evaluadores, con 20 reactivos y cuatro niveles de calificación, además de un valor de 0,05 para el nivel de significancia (Aiken, 1985).

Se establecieron cuatro niveles de calificación que incluyen el nivel 1 (No cumple con el criterio), nivel 2 (Bajo nivel), nivel 3 (Moderado nivel) y nivel 4 (Alto nivel), esto se aplica para las categorías de análisis de la prueba de validez de contenido, es decir, suficiencia, claridad, coherencia y relevancia (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008).

La suficiencia consiste en que los ítems de una dimensión (las preguntas de cada situación planteada en el instrumento) bastan para medir dicha dimensión. La claridad refiere a la fácil comprensión del ítem en sintaxis y semántica. Y finalmente, la coherencia es la relación lógica con su dimensión e indicador; la relevancia es la importancia de que el ítem se integre a la prueba (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez en 2008).

Sobre los jueces, dos son expertos en el modelo MTSK, son profesores que estudian un posgrado en Educación Matemática con una formación de cuatro años, han trabajado con el modelo MTSK, además de una práctica docente acumulada de seis años. Los otros tres jueces son estudiantes de posgrado en Educación Matemática, tienen una experiencia docente en el nivel medio superior y básico de 25 años, seis años y tres años, respectivamente. Todos los docentes poseen experiencia dando clases a primer grado de nivel secundaria, conocen el tema de porcentajes que se imparte para la educación básica y tienen experiencia en el área de educación matemática.

En la sección de Anexos, se adjuntan los valores obtenidos en la prueba V de Aiken aplicada a los cinco evaluadores para las categorías de análisis: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia, como lo establecen Escobar-Pérez y Martínez (2008).

Para establecer la confiabilidad en la investigación, fue necesario aplicar una prueba piloto en las mismas condiciones de aplicación que en el trabajo de campo, en este caso, la aplicación del instrumento hacia el docente. De acuerdo con Corral (2009), la confiabilidad de un instrumento está

relacionada con la consistencia, es decir, que el instrumento no presente resultados contradictorios al ser respondido por la misma persona en diferentes momentos.

En esta investigación se aplicó el método de Kuder-Richardson 20, el cual permite obtener la confiabilidad con una sola aplicación de la prueba (Corral, 2009), para esto se evaluaron las respuestas como correctas (1) o incorrectas (0).

En las tareas se valoró la respuesta según la estrategia docente. La claridad y coherencia del procedimiento determinaron el puntaje del reactivo, además de la solución del reactivo, la cual debe ser correcta.

El instrumento se aplicó a cinco docentes con experiencia en la enseñanza de las matemáticas, cuatro docentes han trabajado con estudiantes de educación básica para nivel secundaria y un docente en educación media superior. La modalidad de aplicación fue virtual, con un espacio de tiempo determinado por el docente para responder al instrumento. Es importante establecer un ambiente monitoreado, donde el aplicador esté pendiente de los procedimientos que los docentes implementan, los recursos usados y el tiempo de resolución de las tareas. Se aplicaron los 20 ítems a cada docente en momentos diferentes de acuerdo con su disponibilidad de tiempo, con un tiempo promedio de aplicación de dos horas. La tabla de datos obtenidos para la prueba de confiabilidad del instrumento se adjunta en los Anexos.

Las pruebas de validez y confiabilidad permitieron valorar si el instrumento muestra evidencias suficientes de Conocimiento de los Temas para el tema de porcentaje, esto se debe a que los jueces calificaron si los reactivos están orientados a la revelación del conocimiento docente en cada tarea, también se debe a que las pruebas realizadas a los cinco jueces revelan el conocimiento esperado de los descriptores, es decir, el conocimiento evidenciado por los docentes corresponde con los descriptores, lo que se relaciona con las concepciones de porcentaje y, por tanto, con las categorías del KoT.

RESULTADOS

De acuerdo con la prueba Aiken (1985), el puntaje total fue de: 0,980185, superando al 0,93 que establece la V de Aiken para cinco jueces y cuatro niveles de valoración de las dimensiones.

Los jueces hicieron observaciones sobre algunos ítems y los objetivos, recomendaron que la redacción de algunas preguntas debía cambiar para mejorar la comprensión lectora, se hizo énfasis en la primera situación sobre la referencia escrita a una cantidad total implícita (100%), en la que se aplicaron las modificaciones necesarias dentro de las preguntas. También, respecto a la primera y segunda tarea, los jueces consideraron que:

No se puede hablar de una cantidad exacta de tareas al no describir un total o el uso de variables. Hay que distinguir que el 30% son huéspedes nacionales y el 50% son extranjeros, pero respecto del 100%, es decir, de 500 huéspedes, que es la capacidad total del hotel. (Juez, Extracto de observaciones a los reactivos, 15 de enero de 2024)

Los jueces consideraron que la investigación podría tener un enfoque adicional en el campo de las emociones, además de considerar el resto de los subdominios y categorías del modelo MTSK. Sugirieron delimitar el enfoque de la investigación al diseño de una intervención docente, esto en conjunto con preguntas que profundizaran en el conocimiento de la práctica docente. Recomendaron analizar a los estudiantes y sus variables emocionales y afectivas para el diseño de una intervención de clase que permitiera conocer cómo influyen estas variables en su rendimiento académico, un juez mencionó:

Sugeriría revisar y considerar dentro de la investigación el dominio del Conocimiento Didáctico del Contenido, dado que es ese dominio el que considera variables afectivas de los estudiantes que el docente debe tener en cuenta, así puede observar cómo afectan estas variables al aprendizaje de los estudiantes. (Juez 2, Extracto observaciones a los reactivos, 15 de enero de 2024)

La prueba de confiabilidad establece un rango de valores: de 0,53 a 0,59 cuando es nula o baja, de 0,60 a 0,71 para una buena confiabilidad y de 0,72 a 0,99 para una confiabilidad excelente, la confiabilidad perfecta es equivalente a 1 (Escobar-Pérez & Martínez, 2008). En la prueba realizada al instrumento se registró, con los 20 ítems y los cinco docentes, se obtuvo un coeficiente de confiabilidad igual a 0,77, por tanto, se concluye que el instrumento posee una excelente confiabilidad (la tabla de registro para la prueba de confiabilidad se incluye en los Anexos). La fórmula registra con k el total de ítems, V_t la varianza total, $p = \frac{\text{aciertos}}{\text{No participantes}}$ y $q = 1 - p$, esto es:

$$KR-20 = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{V_t} \right)$$

En la prueba de confiabilidad, los resultados de los docentes fueron enriquecedores para evidenciar conocimientos en cada categoría, esto se relaciona con los descriptores que corresponden con las concepciones del porcentaje del docente.

Se identificaron los procedimientos de los docentes en las representaciones porcentuales tratadas, para el subdominio KoT, los docentes resolvieron las preguntas con registros aritméticos y algebraicos.

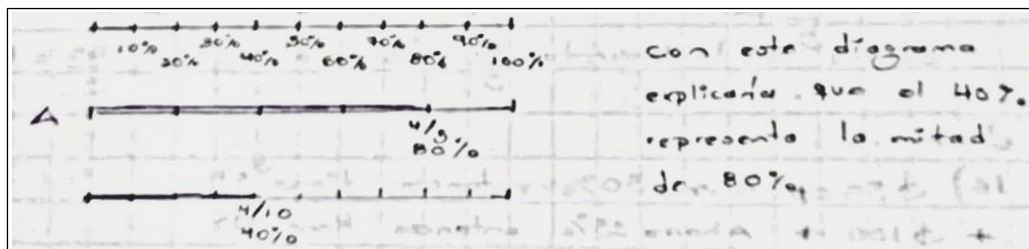
Un docente expresa en la primera tarea que se puede saber el total de tareas asignadas a cada empleado “siempre y cuando se conozca el total de tareas diarias, mediante la ecuación *No. tareas diarias por empleado = total de tareas/20*” (Docente 2, Extracto de respuestas, 17 de enero de 2024). Otro docente explica que la diferencia entre la cantidad de tareas de ambos hoteles se obtiene con *Total tareas H1/20 - Total tareas H2/40* (Docente 3, Extracto de respuestas, 17 de enero de 2024). Esto corresponde con los descriptores asociados a la equivalencia de porcentajes con cantidades decimales, a partir de cantidades parciales expresadas en fracciones.

En ambos casos se abordan fracciones para dar sentido al problema, se reconoce que trabajan con totales diferentes (por las variables $H1$ y $H2$), en otra respuesta, esta visión cambia y se describe que “en el hotel donde contratan 40, se les asigna menos tareas a los empleados” y se trabaja la expresión $x/20 - x/40$, donde el total de tareas es la variable x , la misma para ambos hoteles. Se identificó la interpretación de porcentajes en cantidades decimales, como en la segunda tarea, donde un docente opera $500 * 0,30 = 150$ para obtener el total de huéspedes nacionales del hotel, trabaja con 0,30 en lugar del porcentaje inicialmente descrito. Lo anterior corresponde con el descriptor de equivalencia de un porcentaje con su cantidad decimal, identificando el resultado de una cantidad porcentual aplicada sobre un todo, en este caso, de la cantidad 500.

También se evidenciaron representaciones gráficas para justificar respuestas, como en la tarea 3, donde un docente usa rectas numéricas para describir la diferencia entre cargas de los autos y explicar que $4/10$ de carga es la mitad de $4/5$, aquí el docente reconoce la parte-todo de los totales mencionados en la situación, y trabaja las razones para describir por qué se da la diferencia de cargas, pese a las cantidades porcentuales iguales. Esto corresponde con el descriptor de tratamiento de porcentaje como fracción, pues es están interpretando las cargas mediante fracciones y se están ofreciendo resultados en un equivalente porcentual.

Figura 1

Descripción de la carga de batería de ambos autos, mediante rectas numéricas



Un docente no trabajó con esquemas, sus explicaciones fueron verbales y creó variables para describir la situación, llega a la solución, pero la descripción de sus procedimientos es general. Cabe aclarar que este procedimiento se relaciona con el descriptor de los registros de representación, ya que el docente describe la proporción entre partes porcentuales usando un registro gráfico, en este caso, la recta numérica, lo que muestra que las tareas, sujetas a las concepciones de porcentaje de la tabla, pueden revelar evidencias de conocimiento que se hallan en más otras concepciones y, por tanto, que se detectan con otros descriptores, teniendo un conocimiento amplio y no limitado a una sola categoría.

CONCLUSIONES

La redacción de las tareas debe ser clara para una adecuada obtención de evidencias de conocimiento. Es importante el análisis de los jueces expertos hacia los reactivos, pues permite revisar su calidad y determinar las correcciones correspondientes (Escobar-Pérez & Martínez, 2008). Esto se tomó en cuenta para modificar los reactivos en búsqueda de correcciones similares. Como lo describe Utkin (2015), un conjunto de juicios obtenidos de expertos en diversas áreas de aplicación es vital cuando se cuenta con observaciones experimentales limitadas.

Sobre las sugerencias de los jueces, para añadir a las preguntas de las tareas, se identificó su interés en la elaboración de reactivos para los demás subdominios de conocimiento del dominio matemático del modelo MTSK, no obstante, ya no fue posible considerarlos por la extensión del instrumento.

Algunos de los cambios realizados corresponden a la redacción de las tareas o los ítems, como en la primera tarea, donde se agregó una cantidad fija de tareas diarias para los trabajadores, expresada en 100%, esta adecuación se realizó por la sugerencia de los jueces, para mejorar la comprensión de la situación. En la segunda tarea sucedió algo similar, se agregó a la situación que el 30% de huéspedes nacionales y 50% extranjeros es respecto del 100%, además, el hotel tiene una capacidad total definida de 500 personas. Se realizó una revisión adicional para detectar la coherencia de las situaciones planteadas, ya que la investigación se enfoca en la evidencia de conocimientos conceptuales asociados al subdominio KoT del modelo MTSK.

Se prevé que en las respuestas del docente no solo se encuentre evidencia de conocimiento de las categorías del KoT asignadas a cada tarea, los subdominios no están aislados ni el conocimiento es discriminante, las categorías se relacionan entre sí de tal forma que la respuesta a una pregunta probablemente muestre conocimiento asociado a más de una categoría, como sucedió con los registros de representación, en tal caso, es importante plantear preguntas cuyas preguntas registren un mayor número de descriptores, y estas a su vez exploren relaciones entre categorías del KoT.

Por tanto, la aplicación de tareas que busquen evidencia detallada de conocimiento asociado a los subdominios del modelo MTSK en reactivos específicos, mostrará una radiografía amplia del conocimiento especializado docente.

Sobre la aplicación piloto a los docentes, permitió ver el tiempo de resolución de las tareas, la relevancia de los reactivos y la importancia que el profesor dedicó a cada tarea. Se identificó que las preguntas permitieron una obtención amplia de conocimiento asociado al KoT, esto en el apartado conceptual, las propiedades y procedimientos para tratar porcentajes. Se detectó que las preguntas revelan más registros aritméticos que algebraicos y gráficos, pero muestran la explicación completa de los procedimientos para alcanzar una evidencia esperada de conocimiento especializado. Se detectaron mejoras en los reactivos para profundizar la búsqueda de conocimiento asociado a los registros de representación y la fenomenología del porcentaje.

Se recomienda la aplicación de estas tareas en talleres de actualización o de desarrollo profesional de profesores de matemáticas con un formato de trabajo colaborativo y reflexivo, estableciendo un tiempo determinado y un espacio para discutir y moderar las observaciones de los docentes en la resolución de las preguntas, pues la aplicación de las tareas revela conocimiento asociado a las categorías del KoT, esto es, conocimiento sobre el concepto de porcentaje y su equivalente decimal y fraccionario, así como los registros de representación, los procedimientos para tratamiento del porcentaje como razón o fracción y estadístico o función, además de la fenomenología que permite contextualizar al tema.

ACLARATORIAS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. La investigación fue un proyecto desarrollado para la Maestría en Educación Matemática en el periodo 2023-2024. Se tuvo como fuente de financiamiento la beca que otorga el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) de México.

REFERENCIAS

- Adame, A., & de Lira, E. (2019). El conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK). *DOCERE*, (20), 29-32. <https://doi.org/10.33064/2019docere202202>
- Advíncula, E., Beteta, M., León, J., Torres, I., & Montes, M. (2021). El conocimiento matemático del profesor acerca de la parábola: Diseño de un instrumento para investigación. *Uniciencia*, 35(1), 190-209. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.35-1.12>
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- Anasagasti Aguirre, J., & Berciano Alcaraz, A. (2016). El aprendizaje de la estadística a través de PBL con futuros profesores de primaria. *Contextos Educativos: Revista de Educación*, E(1), 31-43. <https://doi.org/10.18172/con.2699>
- Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching what makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Behr, M., Lesh, R., Post, T., & Silver E. (1983). Rational number concepts. En R. Lesh, & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 91-125). Academic Press.
- Carrillo-Yáñez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Nielka Rojas, P. F., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialized knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Climent, N., Contreras, L. C., Montes, M., & Ribeiro, M. (2024). The MTSK model as a tool for designing tasks for teacher education. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 1123-1135. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01605-8>
- Cohen, R., & Swerdlik, M. (2001). *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición*. McGraw Hill.
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 33, 228-247.
- Delgado-Rebolledo, R., & Zakaryan, D. (2019). Relationships between the knowledge of practices in mathematics and the pedagogical content knowledge of a mathematics lecturer. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18, 567-587. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09977-0>
- Ding, C., & Hershberger, S. (2002). Assessing content validity and content equivalence using structural equation modeling. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 9(2), 283-297. https://doi.org/10.1207/S15328007SEM0902_7
- Escobar-Pérez, J., & Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6(1), 27-36.

- Escudero-Ávila, D., Gomes, J., Muñoz-Catalán, M., Flores-Medrano, E., Flores, P., Rojas, N., & Aguilar, A. (2016). Aportaciones metodológicas de investigaciones con MTSK. En J. Carrillo, L. Contreras, & M. Montes (Eds.), *Actas de las II Jornadas del Seminario de Investigación de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Huelva* (pp. 60-68). CG.SE.
- Flores-Medrano, E., Montes, M., Carrillo, J., Contreras, L., Muñoz-Catalán, M., & Liñán, M. (2016). El papel del MTSK como modelo de conocimiento del profesor en las interrelaciones entre los espacios de trabajo matemático. *Bolema*, 30(54), 204-221. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n54a10>
- Franco, J., & Alsina, Á. (2023). Evaluando el conocimiento especializado para enseñar estadística y probabilidad: Elaboración y validación del cuestionario MTSK-estocástico. *Uniciencia*, 37(1), 1-22. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.37-1.5>
- Galleguillos, J., & Ribeiro, M. (2023). Tensiones de un grupo de futuros profesores de matemáticas en la discusión de una tarea: Creencia sobre números periódicos. En R. Delgado-Rebolledo, & D. Zakaryan (Eds.), *Actas del VI Congreso Iberoamericano sobre Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas* (pp.136-143). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Godino, J., & Batanero C. (2002). *Proporcionalidad y su didáctica para maestros*. Universidad de Granada. <https://hdl.handle.net/10481/95719>
- Godino, J., Giacomone, B., Batanero, C., & Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, 31(57), 90-113. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Hernández, F. J., & Lizarde, E. (2016). Caracterización del MTSK de los docentes en formación: Aproximación desde sus concepciones sobre el KFLM y el KMLS. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 29, 1191-1198.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. (2019). Informe de Resultados PLANEA 2017. *El aprendizaje de los alumnos de tercero de secundaria en México*. Lenguaje y Comunicación y Matemáticas. INEE. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/08/P1D321.pdf>
- Lizarde, E., Reyes, A. M., & Hernández, F. J. (2021). Tareas matemáticas y su puesta en práctica en la construcción del conocimiento especializado del profesor. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 34(2), 414-426.
- Martín-Díaz, J. P., Codes, M., Pascual, M. I., Contreras, L. C., & Climent, N. (2023). La tarea profesional de definir desde el modelo MTSK. En C. Jiménez-Gestal, Á. Magreñán, E. Badillo, & P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 347-354). SEIEM.
- Maz, A., & Gutiérrez, M. P. (2008). Errores de los estudiantes de magisterio frente a situaciones que implican porcentajes. *Investigación*, 17(1), 59-69. <http://hdl.handle.net/10396/3007>

- Meléndez, J., Flores, E., & Juárez, E. (2022). Conocimiento especializado del profesor de matemáticas en la enseñanza de fracciones empleando recursos materiales y virtuales: Un estudio de caso. *Números*, 112, 83-96.
- Meléndez-Cruz, J., Flores-Medrano, E., & Hernández-Rebollar, L. (2023). Conocimiento especializado del profesor de matemáticas al analizar una secuencia de suma de fracciones. *Uniciencia*, 37(1), 1-19. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.37-1.11>
- Monje, C. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Universidad Surcolombiana.
- Montes M., Aguilar A., Carrillo J., & Muñoz-Catalán, M. (2013). MTSK: From common and horizon knowledge to knowledge of topics and structures. En B. Ubuz, C. Haser, & M. Mariotti (Eds.), *Actas del CERME* (8 ed., pp. 3185-3194). CERME8 <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.4338.0162>
- Montes, M., Pascual, M., & Climent, N. (2021). Un experimento de enseñanza en formación continua estructurado por el modelo MTSK. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 24(1), 83-104. <https://doi.org/10.12802/relime.21.2414>
- Moriél, J., Candido, M., Pedroso, V., & Zimmermaan, C. (2017, 4 al 7 de octubre). Questões para potencializar o conhecimento especializado para ensinar divisão de frações. *VII Congresso Internacional de Ensino da Matemática*, Rio Grande do Sul, Brasil.
- Oliveira, G. da S., & Teixeira, B. R. (2022). Conhecimento especializado do professor de matemática manifestado em relatórios de estágio de observação. *Em Teia: Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, 13(1), 1-24. <https://doi.org/10.51359/2177-9309.2022.248843>
- Otero-Valega, K., Juárez-Ruiz, E., & Zakaryan, D. (2023). Relaciones entre subdominios de conocimiento de un profesor de matemáticas sobre resolución de problemas aditivos. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática*, 3(1), 1-25. <https://doi.org/10.54541/reviem.v3i1.92>
- Oxford Advanced Learner 's Dictionary. (2023, 12 de abril). *Porcentaje*. *Oxford Learner's Dictionaries*. Recuperado el 12 de abril de 2023 de <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/percentage?q=percentage>
- Pacheco-Muñoz, E., Juárez-Ruiz, E., & Flores-Medrano, E. (2023). Relaciones direccionales intra-dominio del conocimiento especializado del profesor de matemáticas sobre localización en el plano. *AIEM - Avances de Investigación en Educación Matemática*, (24), 57-74. <https://doi.org/10.35763/aiem24.4360>
- Parker, M., & Leinhardt, G. (1995). Percent: A privileged proportion. *Review of Educational Research*, 65(4), 421-481. <https://doi.org/10.2307/1170703>

- Pascual, M. I., Climent, N., Codes, M., Martín, J. P., & Contreras, L. C. (2023). Tareas en la formación inicial de maestros para la construcción de conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(37.2), 55-72. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i37.2.99221>
- Paternina-Borja, O., & Juárez-Ruiz, E. (2023). Planeación de clase para enseñar simetrías: Escenario para caracterizar el conocimiento didáctico de una profesora de matemáticas. *Revista Lasallista de Investigación*, 20(1), 67-82. <https://doi.org/10.22507/rli.v20n1a5>
- Salinas, M. (2016). *Significados escolares del concepto de porcentaje*. Universidad de Granada. <http://dx.doi.org/10.30827/Digibug.42701>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Tascón, L., & Juárez, E. (2024). Relaciones del conocimiento especializado del profesor de matemáticas en la enseñanza de la estructura multiplicativa. *UNIÓN - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20(70), 1-20.
- Utkin, L. (2006). A method for processing the unreliable expert judgments about parameters of probability distributions. *European Journal of Operational Research*, 175(1), 385-398. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.04.041>

ANEXOS

A continuación, se incluyen los resultados del juicio que realizaron los cinco jueces para determinar la suficiencia, coherencia, relevancia y claridad de los 20 ítems distribuidos en 6 situaciones de estudio, mismas que hacen referencia a una categoría diferente del modelo MTSK, esta valoración se realiza con 4 escalas de valoración, que va del nivel 1 (No cumple con el requisito) al nivel 4 (Alto nivel).

Figura 1

Resultados para la Suficiencia del instrumento

	Suficiencia								
Dimensión	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	juez 5	Media	V de Aiken	V. de la dimensión	V. de la categoría
Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades.	4	4	4	4	4	4	1	1	0.988888889
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala	4	4	4	4	4	4	1	1	
	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como razón o fracción para expresar conjuntos.	4	4	4	4	4	4	1	1	
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como estadístico o función en operadores funcionales.	4	4	4	4	4	4	1	1	
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura aditiva cuya relación es de cambio, comparación o parte-todo	4	4	4	4	4	4	1	1	
	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura multiplicativa cuya cantidad se descompone en 100 partes iguales relacionadas con un total	4	3	4	4	4	3.8	0.933333333	0.933333333	
	4	3	4	4	4	3.8	0.933333333		

Nota. [Validez V para Suficiencia]

Figura 2

Resultados para la Coherencia del instrumento

		Coherencia								
Dimensión	Item	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Media	V de Aiken	V. de la dimensión	V. de la categoría
Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades.	1	4	4	4	4	4	4	1	0.973333333	0.982592593
	2	3	4	4	4	4	3.8	0.933333333		
	3	4	4	4	4	4	4	1		
	4	3	4	4	4	4	3.8	0.933333333		
	5	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala	6	3	4	4	4	4	3.8	0.933333333	0.977777778	
	7	4	4	4	4	4	4	1		
	8	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como razón o fracción para expresar conjuntos.	9	4	4	4	4	4	4	1	0.977777778	
	10	4	4	4	4	4	4	1		
	11	3	4	4	4	4	3.8	0.933333333		
Porcentaje como estadístico o función en operadores funcionales.	12	4	4	3	4	4	3.8	0.933333333	0.966666667	
	13	4	4	3	4	4	3.8	0.933333333		
	14	4	4	4	4	4	4	1		
	15	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura aditiva cuya relación es de cambio, comparación o parte-todo	16	4	4	4	4	4	4	1	1	
	17	4	4	4	4	4	4	1		
	18	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura multiplicativa cuya cantidad se descompone en 100 partes iguales relacionadas con un total	19	4	4	4	4	4	4	1	1	
	20	4	4	4	4	4	4	1		

Nota. [Validez V de la Coherencia]

Figura 3

Resultados para la Relevancia del instrumento

		Relevancia								
Dimensión	Item	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Media	V de Aiken	V. de la dimensión	V. de la categoría
Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades.	1	4	4	4	4	4	4	1	1	0.986111111
	2	4	4	4	4	4	4	1		
	3	4	4	4	4	4	4	1		
	4	4	4	4	4	4	4	1		
	5	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala	6	4	4	4	4	4	4	1	0.977777778	
	7	4	4	4	4	4	4	1		
	8	4	4	3	4	4	3.8	0.9333333		
Porcentaje como razón o fracción para expresar conjuntos.	9	4	4	4	4	4	4	1	0.977777778	
	10	4	4	3	4	4	3.8	0.9333333		
	11	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como estadístico o función en operadores funcionales.	12	4	4	4	4	4	4	1	0.983333333	
	13	4	4	3	4	4	3.8	0.9333333		
	14	4	4	4	4	4	4	1		
	15	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura aditiva cuya relación es de cambio, comparación o parte-todo	16	4	4	4	4	4	4	1	0.977777778	
	17	4	4	3	4	4	3.8	0.9333333		
	18	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura multiplicativa cuya cantidad se descompone en 100 partes iguales relacionadas con un total	19	4	4	4	4	4	4	1	1	
	20	4	4	4	4	4	4	1		

Nota. [Validez V de la Relevancia]

Figura 4

Resultados para la Claridad del instrumento

		Claridad								
Dimensión	Item	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Media	V de Aiken	V. de la dimensión	V. de la categoría
Porcentaje como número involucrado en la comparación de cantidades.	1	3	4	4	4	4	3.8	0.93333333	0.906666667	0.963148148
	2	3	3	4	4	4	3.6	0.86666667		
	3	3	4	4	4	4	3.8	0.93333333		
	4	3	3	4	4	4	3.6	0.86666667		
	5	3	4	4	4	4	3.8	0.93333333		
Porcentaje como cantidad intensiva en relaciones de ordenamiento y escala	6	4	3	4	4	4	3.8	0.93333333	0.977777778	
	7	4	4	4	4	4	4	1		
	8	4	4	4	4	4	4	1		
Porcentaje como razón o fracción para expresar conjuntos.	9	4	4	4	4	4	4	1	0.977777778	
	10	4	4	4	4	4	4	1		
	11	4	3	4	4	4	3.8	0.93333333		
Porcentaje como estadístico o función en operadores funcionales.	12	4	4	3	4	4	3.8	0.93333333	0.916666667	
	13	4	3	3	4	4	3.6	0.86666667		
	14	3	3	4	4	4	3.6	0.86666667		
	15	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura aditiva cuya relación es de cambio, comparación o parte-todo	16	4	4	4	4	4	4	1	1	
	17	4	4	4	4	4	4	1		
	18	4	4	4	4	4	4	1		
Estructura multiplicativa cuya cantidad se descompone en 100 partes iguales relacionadas con un total	19	4	4	4	4	4	4	1	1	
	20	4	4	4	4	4	4	4	1	

Nota. [Validez V de Claridad]

A continuación, se incluye la tabla de resultados para la prueba Kuder-Richardson 20, considerando 20 ítems y 5 aplicaciones, se registran los resultados de la prueba.

Figura 5
Resultados para la Suficiencia del instrumento

ENCUESTADOS	ITEMS																				SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
E1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	13
E2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	19
E3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
E4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	9
E5	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	13
VARIANZA	0.240	0.240	0.240	0.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.240	0.160	0.160	0.240	0.240	0.240	0.240	0.000	0.240	0.000	0.000	0.240	
SUMATORIA DE VARIANZAS	2.960																				
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEMS	11.200																				
Coefficiente de confiabilidad del cuestionario	0.77443609																				

Cómo citar este artículo:

García-Teutli, U., & Juárez-Ruiz, E. (2025). Validez y confiabilidad de tareas para valorar el conocimiento conceptual del docente sobre porcentaje. *Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática (REVIEM)*, 5(1), e202503. <https://doi.org/10.54541/reviem.v5i1.131>



Copyright © 2025. Ulises García-Teutli, Estela Juárez-Ruiz. Esta obra está protegida por una licencia [Creative Commons 4.0. International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)