

Enseñanza y aprendizaje del concepto fracción en la educación primaria: estado del arte

Teaching and learning of the fraction number concept in elementary school: state of the art

DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.12.2.2021.03>

Recibido: 15 de junio de 2020 Aceptado: 03 de noviembre de 2020 Publicado: 1 de julio de 2021.

Jhonatan Andres Arenas-Peñaloza 

Universidad de la Costa. Barranquilla (Colombia)
jarenas6@cuc.edu.co

Flor Monserrat Rodríguez-Vásquez 

Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo de los Bravo (México)
flor.rodriguez@uagro.mx

Para citar este artículo:

Arenas-Peñaloza, J. y Rodríguez-Vásquez, F. (2021). Enseñanza y aprendizaje del concepto fracción en la educación primaria: estado del arte. *Cultura, Educación y Sociedad*, 12(2), 49-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.12.2.2021.03>

Resumen

El concepto de fracción ha motivado la realización de diversos estudios en el campo de Educación Matemática, siendo un tema prioritario de investigación, cuyos resultados han contribuido en diversas modificaciones curriculares. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto fracción en diferentes contextos dentro de la investigación en Educación Matemática. El estudio fue descriptivo y constó de 3 fases: búsqueda, organización y análisis de la información. Se evidenció que la comprensión del concepto de fracción debe ser fortalecido desde edades tempranas ya que su apropiación puede tener implicaciones en el desempeño tanto personal como profesional de un individuo. Se concluye que el tema de fracciones debe ser ampliamente estudiado, debido a que la literatura, evidencia vacíos en su enseñanza y en los mecanismos que aseguran el aprendizaje, así como debilidades en la comprensión, que tanto docentes como estudiantes manifiestan del concepto.

Palabras clave: Apropiación conceptual; fracción; comprensión; enseñanza de la matemática

Abstract

The concept of fraction has motivated the carrying out of various studies in the field of Mathematics Education, being a priority research topic, the results of which have contributed to various curricular modifications. This article presents a bibliographic review on the teaching and learning of the fraction concept in different contexts within the research in Mathematics Education. The study was descriptive and consisted of 3 phases: search, organization and analysis of the information. It was evidenced that the understanding of the concept of fraction must be strengthened from an early age since its appropriation can have implications in the personal and professional performance of an individual. It is concluded that the subject of fractions should be widely studied, because the literature shows gaps in its teaching and in the mechanisms that ensure learning, as well as weaknesses in the understanding that both teachers and students express of the concept.

Keywords: Conceptual appropriation; fraction; understanding; teaching of mathematics

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de nivel básico (4-12 años), uno de los conceptos que genera más dificultad en su aprendizaje, es el concepto fracción (Fandiño, 2007; Cortina & Cardoso, 2009; Butto 2013; Gabriel et al., 2013; Tsung-Lung & Hui-Chuan, 2017; Avila, 2019). A fin de resolver las dificultades, se han realizado investigaciones que reportan el diseño y aplicación de algunas propuestas didácticas (Ríos, 2007; Pescador, 2009; Fuentes, 2010; Meza y Barrios, 2010), sin embargo, esto no ha sido una solución radical a la problemática que aún existe en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las fracciones (Sanz y Gómez, 2015; Lee y Boyadzhiev, 2020).

Con respecto al desempeño académico, México, por ejemplo, aplica la prueba del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) a estudiantes de sexto grado de primaria. Según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INNE), en 2015 los resultados evidencian que al término del ciclo escolar, 6 de cada 10 estudiantes no lograron adquirir los aprendizajes clave de Matemáticas; 60% de los estudiantes alcanzaron el nivel I de logro (insuficiente) en Matemáticas, nivel donde se trabaja con el conjunto de los números naturales y, en consecuencia, la mayoría de los estudiantes no lograron alcanzar el nivel IV sobresaliente, donde se trabaja con los números fraccionarios (INEE, 2015). México también ha participado en evaluaciones internacionales a gran escala; sus resultados muestran que el 57% de los estudiantes no alcanza el nivel básico de competencias en matemáticas y se encuentran por debajo del promedio (490 puntos) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2016), de acuerdo con las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos del 2015 (PISA). La OCDE (2016) menciona que los estudiantes que no alcanzan el nivel básico en matemáticas, pueden realizar procedimientos rutinarios (operaciones aritméticas en situaciones simples) pero presentan dificultades para identificar cómo una situación sencilla del mundo real puede ser representada matemáticamente.

En el ámbito de la investigación, se ha reportado la baja comprensión del concepto fracción que tienen los estudiantes de la educación primaria, puesto que no logran interpretar rápida y correctamente algunas notaciones de las fracciones (Gallardo, González y Quispe, 2008; Cortina y Cardoso, 2009; Petit, Laird & Marsden, 2010; Tsung-Lung y Hui-Chuan, 2017). Atender esta problemática debe ser un asunto prioritario, puesto que un adecuado conocimiento del tema es predictor de un adecuado rendimiento académico en el área de matemática (Bailey, Hoard, Nugent & Gearv, 2012; Siegler et al., 2012; Avila, 2019).

En este sentido, las fracciones son un tema fundamental para la comprensión de otros conceptos matemáticos. “El dominio de las fracciones se considera esencial para acceder al plan de estudios de matemática en secundaria, en particular en los dominios de medida, álgebra y geometría, así como de probabilidad” (Department for Education of England-DFE, 2011, p. 72). Además, las fracciones juegan un papel fundamental en diversas áreas de la vida profesional de una persona y son de gran utilidad en muchas profesiones (George, 2017; Gonzáles y Muñoz, 2018). Por ejemplo, en nutrición o gastronomía cuando se implementa la terminología de las fracciones para especificar

porciones de comida ya sea en una dieta o receta. En una perspectiva más práctica, las fracciones son una parte integral de la vida cotidiana y se utilizan en situaciones como la de estimar un descuento, comparar precios o leer un mapa (Tsung-Lung y Hui-Chuan, 2017).

Lo anterior ha puesto de manifiesto la poca comprensión del concepto de fracción en estudiantes de educación primaria y la importancia de investigar este tópico, sin embargo, es necesario realizar una clasificación de la literatura donde se discutan las diferentes perspectivas desarrolladas sobre dicho concepto, con la finalidad de sistematizar lo que se conoce sobre la temática de fracciones. En este sentido, se realizó un análisis de la literatura científica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto fracción en diferentes contextos dentro de la investigación en Educación Matemática.

METODOLOGÍA

En este estudio, se empleó la metodología propuesta por Gómez-Luna, Fernando-Navas, Aponte-Mayor y Betancourt-Buitrago (2014) para realizar un análisis de la literatura científica y la gestión de información, a través de su estructuración y sistematización. Lo que corresponde incluso en realizar una descripción detallada del tema para determinar la relevancia de este y asegurar la originalidad de una investigación. En este sentido, se debe definir un tema o problema de investigación, el cual tiene que ser suficientemente claro para poder realizar una búsqueda bibliográfica donde se responda a las necesidades del investigador y así, permitir una retroalimentación de la temática.

La problemática de partida, es que los estudiantes de educación primaria muestran una escasa comprensión del concepto de fracción. Al respecto, varias investigaciones (Cortina y Cardoso, 2009; Petit et al., 2010; Butto, 2013; Tsung-Lung y Hui-Chuan, 2017; Murniasih, Sa'dijah, Muksar y Susiswo, 2020) reportan que los estudiantes no han logrado interpretar rápida y correctamente algunas notaciones de las fracciones en situaciones comunes, como en el caso de determinar un cuarto de un litro de leche, un tercio de un pastel de un kilo o problemas más complejos como dos, tres cuartos kilogramos de pechuga de pollo (en fracción mixta $2 \frac{3}{4}$). Por tanto, se define como tema de la revisión bibliográfica la enseñanza y aprendizaje del concepto fracción.

La metodología propuesta por Gómez-Luna et al. (2014) se compone de tres fases, las cuales se describen a continuación.

Fases metodológicas para la revisión bibliográfica

Fase 1: Búsqueda de la información

Esta primera fase, consiste en la búsqueda de información que se relacione directamente con el tema a investigar. Este proceso, debe contar con la selección de documentos confiables (libros, artículos, tesis, entre otros) y que sean acorde con la problemática de investigación. Particularmente, en esta fase se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos como Conricyt, Scopus, Elsevier, Eric, por mencionar algunas. En ellas, se utilizaron ecuaciones de búsqueda (expresiones que consisten en palabras clave como,

interpretaciones, comprensión, dificultades del concepto fracción y propuestas didácticas) para así, obtener material informativo como libros, tesis de posgrados y revistas de divulgación o de investigación científica.

En la búsqueda que se realizó, se lograron identificar más de 70 documentos entre tesis de posgrado, artículos científicos y libros que abordan el concepto de fracción en relación con las palabras clave identificadas. Esta fase, fue enlazada con la fase 2 del método, para así seleccionar los documentos utilizados en la investigación. Lo que permitió establecer criterios de selección y categorías de análisis entre los documentos, como se muestra en la siguiente fase.

Fase 2: Organización de la información

Esta segunda fase, consiste en organizar la documentación encontrada en la primera fase y se realiza de manera simultánea a ésta. Se puede establecer de manera básica o detallada, utilizando ya sea la tecnología o de forma manual. En esta investigación se realizó una organización detallada, utilizando el programa de Word, en donde se construyeron tablas para cada documento encontrado en la fase 1, en ella se solicitaban datos como nombre del documento, año de publicación, autores, resumen, palabras clave y fuente de consulta (Tabla 1).

TABLA 1.

Ejemplo de organización de los documentos encontrados en la fase 1.

Tipo	Artículo científico
Nombre del documento	El aprendizaje de fracciones en educación primaria: una propuesta de enseñanza en dos ambientes.
Año de Publicación	2013
Autor(es)	Cristianne Butto
Resumen	El estudio investigó el aprendizaje de las fracciones con estudiantes de 6° grado de primaria de una escuela pública del Distrito Federal, México, D.F en dos ambientes: lápiz y papel y recursos interactivos. Objetivos, describir las dificultades que los alumnos tenían en el aprendizaje de las fracciones, diseñar y aplicar una secuencia didáctica. que tomó en consideración tanto aspectos matemáticos como cognitivos; y verificar la evolución de las nociones matemáticas. Los resultados revelaron que algunos estudiantes se encuentran en la transición del campo de los números enteros hacia los racionales, por lo tanto, surge la necesidad de diversificar los soportes de representación matemático con el objetivo de propiciar un mejor entendimiento de dicho campo conceptual.
Palabras Clave	Fracciones, educación primaria, aprendizaje, propuesta didáctica.
Fuente de consulta	Revista horizontes pedagógicos.

Fuente: Autores.

Para la organización de los documentos registrados bajo la estructura de la Tabla 1, se establecieron cuatro apartados: 1) interpretaciones asociadas al concepto fracción; 2) dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto fracción; 3) propuestas

didácticas para la enseñanza y aprendizaje del concepto fracción y; 4) comprensión del concepto fracción. Con la finalidad de estructurarlos y clasificarlos. Posteriormente, para la selección de los documentos a analizar en la investigación, se crearon criterios de selección, los cuales son descritos en la fase 3.

Fase 3: Análisis de la información

Esta tercera fase, consiste en analizar la información organizada en la fase 2 e indagar sobre cuáles son los documentos más útiles para la temática en estudio. Para ello, se debe tener un pensamiento crítico (conocer la problemática). Esta fase se realizó en paralelo con las fases anteriores, dado que fue un proceso constante. No se debe confundir esta fase, con un análisis de la problemática en estudio.

Primero, se leyó de manera simultánea la introducción de todos los documentos organizados en la fase 2, para así identificar y analizar aquellos documentos que hicieran énfasis en la problemática descrita anteriormente. Para ello, se crearon criterios de selección según los cuatro apartados. Para el primero, se seleccionaron aquellos documentos de fuentes primarias, que abordaran las interpretaciones del concepto de fracción, abarcando desde los primeros en distinguirla las interpretaciones hasta quien solo las recopilan. Para el segundo, el criterio fue seleccionar aquellos documentos que su objetivo principal era dar a conocer las dificultades del concepto en el proceso de enseñan y aprendizaje. En el tercero, se seleccionaron aquellos documentos que establecieron propuestas didácticas para la enseñanza y aprendizaje del concepto de fracción con relación a las dificultades ya identificadas en el apartado anterior. Por último, el criterio de selección del cuarto apartado, fue que los documentos debían manifestar cómo es la comprensión del concepto en estudiantes primaria, cuáles son las causantes de la baja comprensión y como desarrollan la comprensión del concepto de fracción.

Los documentos que se utilizaron en el estudio, fue el resultado de aplicar los criterios de selección según el apartado. En relación con los años de publicación de los documentos seleccionados, se realizó un estudio desde las primeras publicaciones hasta las más recientes sobre la temática (desde 1976 hasta el 2020), con el fin de conocer su evolución y desarrollo en relación al proceso de enseñanza y aprendizaje.

ANÁLISIS DEL CONCEPTO FRACCIÓN EN LA LITERATURA CIENTÍFICA

La revisión de la literatura se ha organizado en los cuatro apartados establecidos en la metodología de investigación y en cada uno se presentan los enfoques de las diferentes investigaciones, señalando lo qué se ha investigado en cada una de ellas, cómo se ha estudiado y qué resultados han reportado, con la finalidad de sistematizar el contenido y contribución de cada documento.

Interpretaciones asociadas al concepto fracción

Los resultados de diversas investigaciones, han identificado distintas interpretaciones de las fracciones (Behr, Lesh, Post y Silver, 1983; Kieren, 1976, 1980; Post, Berh y Lesh, 1982; Llinares y Sánchez, 1988; Behr, Harel, Post y Lesh, 1992; Fandiño, 2009). Para obtener

una comprensión completa de los números fraccionarios, no solo se deben estudiar por separado las distintas interpretaciones sino relacionarlas entre ellas (Kieren, 1976). El primero en distinguir a las fracciones en cuatro categorías interrelacionadas fue Kieren (1976). La primera categoría, la fracción como relación (razón), expresa la noción de una comparación entre dos cantidades de una magnitud o de magnitudes diferentes; la segunda, la fracción como operador, se considera como una función aplicada a objetos, números o conjuntos, logrando ampliar o reducir una cantidad a un nuevo valor; la tercera categoría es la fracción como cociente, se refiere al resultado de una división y; por último, la fracción como medida, considerada como número que indica la magnitud de una fracción y también se asocia con la medida de un intervalo.

Posteriormente, Behr et al. (1983; 1992) consideraron adicionar dos categorías a las expresadas por Kieren, o como ellos las llamaron subestructos del megaconcepto. El primer subestructo es la fracción como parte-todo, que se presenta tanto en situaciones continuas (longitud, área y volumen) como discretas (contando) y consiste en la capacidad de dividir una cantidad ya sea continua o un conjunto de objetos discretos en subpiezas o conjuntos de igual tamaño. El otro subestructo, la fracción como decimal, cuando se expresa como un número decimal exacto, periódico o no periódico.

Por su parte, Fandiño (2009) recopila las diferentes formas de entender el concepto de fracción. Utiliza la literatura específica sobre el tema para mencionar otras formas de entender el concepto de fracción (ya sea interpretación o uso) en relación a las seis ya mencionadas, recopilando así catorce formas (no presenta explícitamente la fracción como decimal).

Las diferentes formas en que Fandiño (2009) considera el concepto de fracción son: *La fracción como probabilidad*, cuando se describe con qué probabilidad ocurrirá un evento estadístico; *la fracción como número racional*, cuando se presenta de manera general, dando particular atención a lo referente con la operatividad, especialmente la equivalencia entre fracciones; *la fracción como punto de una recta orientada*, al indicar una distancia relativa (depende de la unidad de medida) entre el origen y el punto-fracción; *la fracción como indicador de cantidad de elección*, cuando se realiza una elección con la relación 1 cada 10, no limitada como la fracción que pretende dividir una unidad-todo en 10 partes iguales. Esta última forma se puede relacionar con la interpretación de la fracción como decimal. Otra forma de entender la fracción es como *porcentaje*, cuando se realiza la comparación relativa de un número respecto a otro, adoptando 100 (base de comparación). Con respecto al uso que se tiene de la fracción (no como interpretación), se puede encontrar que se aplica en *el lenguaje cotidiano*, cuando los términos que guardan relación, se presentan en la práctica o lenguaje cotidiano; *la fracción en los puntajes*, conlleva a la interpretación de las fracciones desde su relación (razón) y en forma de operador.

Asimismo, Fandiño (2009) distingue que en la enseñanza se puede realizar, la conceptualización de las fracciones y la teoría de Vergnaud, cuando se conceptualiza la fracción a través de todas sus interpretaciones y no sólo en la elección de uno o dos de ellos; y, la conceptualización de la fracción: signo-objeto de Duval, cuando se realiza el aprendizaje conceptual por medio de sus múltiples funciones y la multiplicidad de sus sistemas de signos (representación semiótica). De esta manera se resalta en esta investigación que Fandiño (2009) realiza una clasificación con respecto a algunas interpretaciones del concepto de fracción y algunos otros según el uso que se tienen del mismo, no siendo estas últimas interpretaciones de las fracciones.

Las diferentes interpretaciones que se tiene del concepto de fracción, pueden estar asociadas con una falta de comprensión del tema, tanto en profesores como en estudiantes. Fandiño (2007) menciona que esto sorprende a los profesores en los cursos de formación, puesto que una definición aparentemente intuitiva de la fracción da lugar al menos una docena de diferentes interpretaciones del término. Las interpretaciones asociadas al concepto de fracción no deben considerarse por separadas, sino que deben fluir juntos en un único proceso de aprendizaje, ya que el aprendizaje conceptual es la primera etapa del aprendizaje matemático (Fandiño, 2007). Por otra parte, Fandiño (2009) menciona, que cada una de las interpretaciones asociadas al concepto de fracción deben ser exploradas y puestas en relación entre sí, con el objetivo de intentar encontrar algún principio unificador, aunque existan diferencias considerables entre algunas de ellas.

Dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto fracción

Las dificultades que presentan los estudiantes cuando trabajan con las fracciones, usualmente son derivadas de una falta de comprensión conceptual (Fazio y Siegler, 2011). En este sentido Fandiño (2009) enuncian las principales dificultades que la literatura en Educación Matemática ha reportado sobre el concepto fracción: *dificultad en el ordenamiento*, cuando el estudiante realiza de manera errónea la ordenación (mayor que, menor que o igual que) entre fracciones, números decimales o los dos mezclados; *dificultad en la realización de las operaciones*, cuando el estudiante presenta dificultad conceptual para realizar operaciones (adición, sustracción, multiplicación y división) entre fracciones; *dificultad en el reconocimiento de esquemas*, cuando el estudiante interpreta erróneamente el esquema de una fracción, el hecho radica que el estudiante no sabe decidir cuál es la unidad que está en juego; *dificultad en la gestión del adjetivo “igual”*, cuando el estudiante no sabe cómo interpretar la exigencia de que las unidades fraccionarias deben ser iguales.

Otra dificultad es la relativa a la *gestión de la equivalencia*, cuando el estudiante no sabe operar la equivalencia entre fracciones, ya sea encontrar una fracción equivalente a otro o completar ya sea el numerador o denominador en dos fracciones que son equivalentes; *dificultad en la gestión de la “fracción irreducible”*, la reducción a los mínimos términos, cuando el estudiante confunde la expresión “cancelar arriba y abajo” en relación a la operación matemática y no saber expresar el resultado de dicha operación como fracción; *dificultad en la gestión de figuras no estándar*, cuando el estudiante tiene que hallar o representar fracciones con figuras no estándar. Esta dificultad puede ser el resultado de las actividades rutinarias que proponen los docentes, en las que habitualmente se recurre al uso de figuras estándar (rectángulos, círculos, cuadrados, entre otras).

Otra dificultad es la relativa a, determinar a partir de una fracción la *unidad que la generó*, es común encontrar que el estudiante teniendo un conjunto-unidad o figura-unidad discreto de objetos, busque o represente una fracción. Pero, realizar la actividad contraria resulta de gran dificultad para ellos. Y, *la dificultad en la gestión autónoma o espontánea de esquemas, figuras o modelos*. El estudiante presenta falta de autonomía, cuando debe utilizar modelos o esquemas de manera espontánea para representar las fracciones, ya que solo se limita a los estándar o presentados en la clase (Fandiño, 2009).

Por otra parte, Butto (2013) presentó las dificultades que han reportado diferentes investigadores sobre el aprendizaje del concepto de fracción, estando muy relacionadas a las mencionadas por Fandiño (2009). Posteriormente analiza las dificultades que los estudiantes de sexto grado de una escuela primaria tenían en su aprendizaje sobre las fracciones. Reveló que algunos estudiantes se encuentran en la transición del campo de los números enteros hacia los racionales; también, menciona que los estudiantes presentan dificultades con algunas actividades que requieren poner en práctica las ideas matemáticas de fraccionamiento en cantidad discreta, equivalencia de fracciones, ubicación de fracciones propias e impropias en la recta numérica (Butto, 2013).

Gabriel et al. (2013) reportan que los alumnos presentan dificultad para realizar operaciones con las fracciones y que aplican procedimientos que no comprenden plenamente. Mencionan, que la práctica de la enseñanza de las fracciones se centra más en los procedimientos que en la comprensión conceptual de las mismas, causa por la cual los alumnos presentan una baja comprensión del concepto. Ya que, los procedimientos no son suficientes (para realizar operaciones con fracciones) para garantizar un entendimiento de la temática, pero que acompañado con un buen conocimiento conceptual se asegura una comprensión eficaz de las fracciones.

Cada una de las dificultades mencionadas en este apartado, pueden estar asociadas con la falta de comprensión del concepto fracción que manifiestan los estudiantes de la educación primaria, según los niveles de comprensión del modelo teórico de Pirie y Kieren (1994). Por ejemplo, la dificultad para representar una fracción; la de identificar la unidad de partida y la exigencia de que las unidades fraccionarias deben ser iguales, podrían ser las causantes de que los estudiantes presenten un proceso de comprensión erróneo. Puesto que, no logran relacionar el concepto de fracción con la creación de una imagen, ya sea, mental, pictórica, simbólica entre otras, para posteriormente trabajar en esa imagen y formalizar su comprensión. Por eso, sería pertinente precisar, cuáles de las dificultades mencionadas o quizás otras, se manifiestan cuando los estudiantes resuelven tareas que aludan a cada una de las interpretaciones del concepto de fracción.

Propuestas didácticas para la enseñanza y aprendizaje del concepto fracción

En la Educación Matemática se han generado y aplicado propuestas de enseñanza para ayudar en el aprendizaje o comprensión del concepto de fracción (Ríos, 2007; Pescador, 2009; Fuentes, 2010; Meza y Barrios, 2010; Thang, Chau y Nhung, 2018; Lee & Boyadzhiev, 2020) algunas de ellas, han reportado los resultados obtenidos de su aplicación mientras que otras, solo han realizado el diseño de dichas propuestas didácticas.

Hincapié (2011) realizó una experiencia de formación con los docentes de una escuela de primaria de Colombia, sobre el concepto de fracción y algunas de sus interpretaciones como parte-todo, como cociente, como operador, como razón y como medida. Trató de favorecer la comprensión en los docentes de primaria en lo relativo al concepto de fracción y sus diferentes interpretaciones. Este proyecto se apoyó en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, para diseñar e implementar unas guías de trabajo basadas en situaciones problema, con el fin de fortalecer las prácticas de enseñanza de los docentes y provocar reflexiones en ellos.

La experiencia de enseñanza se llevó a cabo en tres fases: la primera consistió en un diagnóstico, en el cual se indagó el grado de comprensión de los docentes por medio de situaciones de enseñanza y aprendizaje relacionadas con el concepto de fracción y sus interpretaciones. La segunda fase (diseño e implementación), se desarrolló con base al análisis de los resultados de la primera fase, planteándose cinco situaciones problemas (sujetas al análisis y reflexión de cada encuentro), que se llevaron a cabo en cinco sesiones de trabajo. Las situaciones problemas estaban orientadas a fortalecer cada una de las diferentes interpretaciones de fracción, implementando diferentes materiales manipulativos (hojas, colores, regla, cartulina, entre otros).

La última fase (análisis), se realizó de manera descriptiva, apoyándose en la teoría utilizada (campos conceptuales), la información recogida en cada encuentro a través de los registros de video, de voz (grabaciones) y escritos tanto los producidos por los docentes como las notas del investigador. Como resultado de la intervención, el investigador propone un plan de mejoramiento institucional para contribuir en la calidad de la educación a nivel institucional.

Perera y Valdemoros (2007) diseñaron una propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones en cuarto grado de educación primaria de una escuela pública. Dicha propuesta estuvo integrada por tareas que estaban vinculadas a la vida real del estudiante. Se trató de establecer si una enseñanza matemática realista y lúdica, realizada bajo un enfoque constructivista, facilitaría en los estudiantes la adquisición de la noción de fracción y las interpretaciones de medida, cociente intuitivo y la idea embrionaria de operador multiplicativo.

Para ello, aplicaron dos cuestionarios, uno antes y el otro después de impartir la propuesta de enseñanza. Aplicaron entrevistas individuales a tres estudiantes. Como resultado del estudio, Perera y Valdemoros (2007) afirman que durante el programa de enseñanza se promovió en los estudiantes que ellos mismos construyeran sus propios conocimientos. Además, mencionan que los estudiantes lograron realizar de manera exitosa repartos equitativos de la fracción tanto en el contexto discreto como en el continuo, y que en las situaciones de reparto propiciaron en los estudiantes, la anticipación de tener una imagen mental de las acciones de la partición de un todo.

Por su parte, Bautista y Rodríguez (2012) diseñaron una propuesta para la enseñanza de fracciones en primaria usando aspectos históricos, ya que las prácticas educativas no dan cuenta de la historia de los conceptos en la generación de conocimiento y se limitan a procesos algorítmicos. El diseño de la propuesta se basó en el método de investigación histórica descrito por Cohen y Manion donde utilizaron fuentes secundarias.

En dicha propuesta se diseñaron y plantearon cuatro actividades, en cada una de las cuales narra anécdotas del pasado, introduciendo conceptos históricos (agrimensores, impuestos, diezmo, faraón, entre otros) relacionados con la fracción que serían nuevos para los estudiantes. También, presenta ejemplos del pasado para ilustrar técnicas y métodos (particiones del pan, medidas antropomórficas, entre otras). Cada actividad, describe el propósito y grado de escolaridad para el que están diseñadas, presentan los materiales manipulables a utilizar, una pequeña descripción sobre la interpretación del concepto de fracción que se trabajará y su relación con la historia del mismo; y por último unas sugerencias de implementación dirigidas al docente.

Al igual que Bautista y Rodríguez (2012), López (2013) diseñó y aplicó una propuesta histórico-didáctica, en donde las tareas se diseñaron a la luz de la teoría de la actividad, y fueron implementadas en el aula, con el objetivo de analizar el proceso de aprendizaje del

concepto de fracción, a un grupo de seis estudiantes de cuarto grado en educación básica primaria de una institución educativa colombiana.

La propuesta se basó en que la perspectiva histórico-cultural permite mediar, interpretar y comprender la fracción como un movimiento conceptual que proviene del pensamiento y el lenguaje en la actividad social e histórica de la humanidad (López, 2013). El procedimiento metodológico utilizado en esta investigación, fue la metodología cualitativa con enfoque crítico-dialéctico y un abordaje de investigación participante. Los datos que analizaron son producto de las elaboraciones colectivas, de socializaciones y de las discusiones en el aula de clase con los estudiantes al realizar las actividades. Los resultados permiten entender cómo las reflexiones realizadas desde las subjetividades y las apropiaciones hechas por los estudiantes quienes interactuaban entre ellos y fueron los protagonistas de la investigación, les permitió expresar el movimiento conceptual de la fracción y hacer un aprendizaje del mismo.

Estas dos últimas investigaciones mencionadas, Bautista y Rodríguez (2012) y López (2013), consideran la historia de las Matemáticas como fuente de actividades para mejorar la comprensión de alumnos, dejando ver claramente que los estudios en el campo de las fracciones han abarcado sin duda numerosas investigaciones y que cada una de ellas busca dar aportes al campo en mención.

Comprensión del concepto fracción

Tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, el tema de fracción en la educación básica, específicamente en la primaria, sigue siendo un tema difícil para que los profesores y estudiantes logren una buena comprensión. La baja comprensión del concepto se debe a muchos factores, como por ejemplo, en la enseñanza de las fracciones algunas veces, se limitan a usar situaciones de la vida real y muchas veces, se implementan tareas abstractas en contextos desconocidos por los estudiantes. Por tanto, conlleva a que ellos manifiesten escasos conocimientos previos cuando estudian este contenido matemático en la escuela primaria (Perera y Valdemoros, 2009).

Algunas investigaciones centradas en la comprensión del concepto de fracción, como la de Kieren (1980), mencionan que la interpretación como parte-todo constituye los cimientos para el desarrollo de la comprensión del concepto. De esta manera, Lewis (2016) dice que sería oportuno promover actividades informales de partición en los niños (dividir un todo en partes iguales) a la hora de abordar la temática, a pesar de que, las habilidades partitivas (parte-todo) las llegarían a dominar en una infancia tardía (9 a 12 años).

En este sentido, en los libros de texto para la enseñanza primaria, es común que se presente el concepto de fracción en términos de la relación de dos acciones: dividir/tomar (Butto, 2013). Pero, está sola acción podría involucrar una baja comprensión del concepto en niños de temprana edad. Ya que, no implica todas las características propias del tema. Por ejemplo, cuando la idea de fraccionamiento de la unidad o el todo inicial, no es suficientemente claro para el estudiante. Como el caso de las fracciones impropias, puesto que se tendría que el número de partes tomadas es mayor que el número de partes divididas, según la acción dividir/tomar. De esta manera, los estudiantes presentarían una dificultad típica al momento de interpretar una fracción impropia ($5/3$ representa dividir un todo en tres partes iguales y tomar cinco).

Esta manera de abordar el concepto de fracción, solo con la relación parte-todo, no posibilita la comprensión adecuada del concepto. Kieren (1980) enfatizó que la mejor manera de introducir el concepto es con la interpretación parte-todo, pero que ésta no podía ser independiente por sí misma, ya que es la única interpretación que se relaciona con todas las demás, puesto que cada una de las otras interpretaciones implican un aspecto diferente del concepto. De acuerdo con Fandiño (2009) y Butto (2013) la mejor manera de enseñar el concepto para garantizar una comprensión del mismo es, promover que los estudiantes establezcan relaciones entre las distintas interpretaciones y significados del concepto, de tal manera que puedan resolver cualquier situación relacionada con el tema sin dificultad.

La enseñanza de las fracciones, se introduce en los currículos educativos a temprana edad. Por ejemplo, en México se evidencia desde el primer año escolar con el abordaje de temas relacionados. Ya que, a la edad de 4 años los estudiantes pueden distribuir un conjunto de objetos en partes iguales, pero entre un pequeño número de personas, por ejemplo, los estudiantes logran compartir 12 caramelos entre 3 personas. Es a la edad de 5 años, cuando pueden compartir un único objeto entre varias personas. A los 6 años de edad, los estudiantes tienen la capacidad de hacer coincidir proporciones equivalentes, representadas por figuras geométricas sencillas o formas cotidianas, por ejemplo, $1/2$ de una pizza es igual que $1/2$ de un pan (Fazio y Siegler, 2011). Se puede ver reflejado que el aprendizaje del concepto de fracción en las situaciones presentadas, se relacionan con diferentes interpretaciones del concepto (parte-todo, cociente, relación) desde una temprana edad.

A partir de los 6 años, los estudiantes necesitan comprender que las fracciones son números que ocupan una posición, las cuales pueden ser ordenadas de menor a mayor y tener un valor equivalente (Fazio y Siegler, 2011). Una manera de asegurar que comprenda esto, es utilizando rectas numéricas durante la enseñanza del concepto. Como lo mencionan Cramer et al. (2018), los beneficios de usar este tipo de representación es que deja ver, que una fracción representa un único número racional con un valor único como punto en una línea y además se requiere la notación de fracciones y de longitudes.

Cuando un estudiante tiene una comprensión conceptual de las fracciones, puede desarrollar con éxito los procedimientos de cálculo y, si pone de manifiesto ambas cuestiones (conceptual y procedimental), tiene la posibilidad de tener éxito en la resolución de problemas que involucren situaciones con fracciones (Fazio y Siegler, 2011). En México, Cortina y Cardoso (2009) realizaron un estudio que consistió en la administración de exámenes a 297 estudiantes de sexto grado de 13 escuelas diferentes. Se pedía a los estudiantes que identificaran la cantidad representada por fracciones comunes (por ejemplo, $1/2$, $1/4$, $1/3$, $3/4$) puesto que estaban interesados en reportar las diferentes formas en que los estudiantes daban sentido a una notación de fracciones del tipo a/b , como un número que expresa la cantidad. Los resultados indicaron que muchos estudiantes están terminando la escuela primaria con una comprensión deficiente de las fracciones, no han desarrollado comprensiones que les permitan interpretar rápida y correctamente el significado cuantitativo de las notaciones de fracciones más comunes, incluyendo $1/2$ (Cortina y Cardoso, 2009).

Lo mencionado en este apartado, pone de manifiesto la escasa comprensión que tienen los estudiantes de la educación básica, particularmente en primaria cuando abordan temas que involucran números fraccionarios. Por lo tanto, es primordial investigar el proceso de comprensión de los estudiantes en este ciclo escolar, para conocer los conocimientos empleados a la hora

de resolver tareas que aludan al concepto, su manera de proceder y detallar las dificultades que les imposibilitan una buena comprensión de la temática. Posteriormente sería pertinente realizar investigaciones que ayuden a superar las dificultades que manifiesten los estudiantes en el proceso de comprensión y así, lograr una buena adquisición del concepto de fracción.

CONCLUSIONES

El análisis del concepto de fracción en la literatura científica condujo a su clasificación en cuatro apartados, relacionados entre ellos: el primero alude a las principales interpretaciones asociadas al concepto, permite centrar la importancia del tópico en otras áreas y en la vida profesional de una persona. El segundo apartado es consecuente con el primero, por cuanto muestra las principales dificultades que se han desencadenado a raíz del proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto fracción, sería pertinente en investigaciones futuras clasificar las dificultades según sea la interpretación del concepto. En el tercer apartado, se manifiestan las propuestas didácticas generadas a partir de dificultades emergentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de fracción, al respecto, se recomienda diseñar, rediseñar o implementar cada una de las propuestas mencionadas en este apartado, pero basadas en una teoría de comprensión matemática, que busque primero conocer el proceso de cómo comprenden los estudiantes el tópico, para posteriormente intervenir en la aplicación de una propuesta que facilite una buena comprensión del concepto. El cuarto apartado del análisis evidencia la escasa comprensión de los estudiantes con relación al tópico fracciones.

Ahora bien, de acuerdo con la operatividad de la metodología implementada se propone la extensión de una cuarta fase, en la que se seleccionen y caractericen a los documentos y con ayuda de las tres fases, se logre concretar en generalizaciones de carácter científico, donde sea necesario una caracterización de la problemática en estudio. La propuesta se basa en una reestructuración del orden y descripción de las fases: *búsqueda de la información*, en ella los investigadores se limitan en buscar las fuentes necesarias que se relacionen con el tema a investigar; *organización de la información*, las fuentes consultadas y delimitadas en la fase anterior, deben ser organizadas en tablas como las dispuestas en la presente investigación; *selección y caracterización de los documentos*, en ella el investigador establece criterios de selección basados en el problema y objetivo de la investigación, que le permita seleccionar y caracterizar los documentos relevantes que serán objeto de análisis y; *análisis de la información*, en esta última fase se presenta un análisis de la caracterización encontrada en los documentos, mediante la articulación de posturas generadas por los investigadores.

En cuanto al concepto fracción existe una problemática relativa al proceso de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, se reconoce también que es un tópico transversal involucrado para la comprensión de otros conceptos matemáticos. Es importante analizar el proceso de comprensión del concepto fracción en cada una de sus interpretaciones, tanto en estudiantes como en docentes, con la finalidad de saber cuáles son las causas particulares (dificultades) que colocan en evidencia la baja comprensión del concepto fracción en sus distintas interpretaciones y así, diseñar estrategias de enseñanza-aprendizaje para la correcta apropiación del concepto.

También es importante explorar las estrategias utilizadas por los docentes, cuando comparten información sobre el concepto de fracción en sus distintas interpretaciones. Buscando contrastar, si las dificultades que los estudiantes manifiestan en el apartado dos de la revisión

de la literatura es consecuencia de las estrategias implementadas por los docentes, por cuanto investigaciones han reportado que los docentes tienen dificultades para comprender las fracciones y esto representa en sí mismo un factor inhibitorio del proceso.

REFERENCIAS

- Avila, A. (2019). Significados, representaciones y lenguaje: las fracciones en tres generaciones de libros de texto para primaria. *Educación Matemática*, 31(2), 22–60. <https://doi.org/10.24844/em3102.02>
- Bailey, D., Hoard, M., Nugent, L. & Geary, D. (2012). Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113, 447–455. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.06.004>
- Bautista, V. y Rodríguez, F. (2012). Argumentos históricos y la enseñanza de las fracciones. En: L. Sosa., E. Aparicio., & F. Rodríguez (Eds.) *Memoria de la XV Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (pp. 138–143). Ciudad de México: Red Cimates. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/16525/1/Bautista2012Argumentos.pdf>
- Behr, M., Harel, G., Post, T. & Lesh, R. (1992). Rational number, ratio, and proportion. In: D. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 296–333). New York: NCTM-National council of teachers of mathematics.
- Behr, M., Lesh, R., Post, T. & Silver, E. (1983). Rational Number Concepts. In: R. Lesh, & M. Landau (Eds.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (pp. 91–125). New York: Academic Press.
- Butto, C. (2013). El aprendizaje de fracciones en educación primaria: una propuesta de enseñanza en dos ambientes. *Horizontes Pedagógicos*, 15(1), 33–45. Disponible en <https://horizontespedagogicos.iberro.edu.co/article/view/403>
- Cortina, J. & Cardoso, E. (2009). Mexican sixth grade students' understandings of fraction notations as numbers that express quantity. En S. Swars, D. Stinson, & S. Lemons-Smith (Ed.), *Proceedings of the 31st annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 765–772). Atlanta: Georgia State University.
- Cramer, K., Monson, D., Ahrendt, S., Wyberg, T., Pettis, C. & Fagerlund, C. (2018). Reconstructing the unit on the number line: Tasks to extend fourth graders' fraction understandings. *Investigations in Mathematics Learning*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/19477503.2018.1434594>
- DFE. (2011). The Framework for the National Curriculum. A report by the Expert Panel for the National Curriculum review. [DFE-00135-2011]. London: Department for Education. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/framework-for-the-national-curriculum-a-report-by-the-expert-panel-for-the-national-curriculum-review>
- Fandiño, M. (2009). *Las fracciones: aspectos conceptuales y didácticos*. Bogotá, D.C.: Editorial Magisterio.

- Fandiño, M. (2007). Fractions: conceptual and didactic aspects. *Acta didáctica Universitatis Comenianae*, 7, 23–45. Available from <http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/fandino/133%20Fractions.pdf>
- Fazio, L. y Siegler, R. (2011). *La enseñanza de las fracciones (Prácticas Educativas 22)*. Ginebra: Oficina Internacional de Educación-OIE. Recuperado de http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/edu-practices_22_spa.pdf
- Fuentes, R. (2010). Enseñanza de Fracciones. Una experiencia didáctica en quinto año de enseñanza primaria. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 22, 169–182. Disponible en <https://union.fespm.es/index.php/UNION/issue/view/29/27>
- Gallardo, J., González, J. & Quispe, W. (2008). Interpretando la comprensión matemática en escenarios básicos de valoración. un estudio sobre las interferencias en el uso de los significados de la fracción. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 11(3), 355–382. Disponible en <https://relime.org/index.php/numeros/todos-numeros/volumen-11/numero-11-3/553-200802c>
- Gabriel, F., Coché, F., Szucs, D., Carette, V., Rey, B. & Content, A. (2013). A componential view of children's difficulties in learning fractions. *Frontiers in Psychology*, 4(715), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00715>
- George, L. (2017). Children's learning of the partitive quotient fraction sub-construct and the elaboration of the don't need boundary feature of the pirie-kieren theory. [Doctoral Thesis]. University of Southampton, UK. Available: <http://eprints.soton.ac.uk/id/eprint/411237>
- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G. y Betancourt-Buitrago, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158–163. <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>
- González, J. y Muñoz, D. (2018). Conocimiento común del contenido del estudiante para profesor sobre fracciones y decimales. *Educación Matemática*, 30(2), 106–139. <https://doi.org/10.24844/em3002.05>
- Hincapié, C. P. (2011). Construyendo el concepto de fracción y sus diferentes significados, con los docentes de primaria de la Institución Educativa San Andrés de Girardota. [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9252>
- INEE. (2015). *Resultados nacionales 2015. 6° de primaria y 3° de secundaria. Lenguaje y Comunicación. Matemáticas*. México, D.F.: Plan nacional para la evaluación de los aprendizajes (PLANEA). Recuperado de http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2015/PlaneaFasciculo_10.pdf
- Kieren, T. (1980). The reational number construct. Its Elements and mechanisms. En T. E. Kieren (Ed.), *Recent Research on Number Learning* (pp. 125–149). Columbus: ERIC/SMEAC. Available: <https://eric.ed.gov/?id=ED212463>

- Kieren, T. (1976). On the mathematical, cognitive, and instructional foundations of rational numbers. En R. Lesh, & D. Bradbard (Eds.), *Number and measurement: Papers from a research workshop* (pp. 101–144). Columbus: ERIC/SMEAC. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED120027.pdf>
- Lee, H. J. & Boyadzhiev, I. (2020). Underprepared College Students' Understanding of and Misconceptions with Fractions. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 15(3), 2–12. <https://doi.org/10.29333/iejme/7835>
- Lewis, K. (2016). Understanding mathematical learning disabilities as developmental difference: a fine-grained analysis of one student's partitioning strategies for fractions. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 39, 1–21. <https://doi.org/10.1080/02103702.2016.1215085>
- López, J. A. (2013). El aprendizaje del concepto de fracción, desde la perspectiva histórico-cultural: un camino [*Tesis de maestría*]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Disponible en <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/7039>
- Llinares, S. y Sánchez, M. V. (1988). *Matemáticas. Cultura y aprendizaje: Fracciones*. Madrid: Síntesis.
- Meza, A. y Barrios, A. (2010). Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones. En, G. García (Ed.), *Aprendizaje y Evaluación en Matemáticas: 11 Encuentro Colombiano de Matemática Educativa* (pp. 674–682). Bogotá, D.C.: Cengage Learning. Disponible en <http://funes.uniandes.edu.co/1174/>
- Murniasih, T., Sa'dijah, C., Muksar, M & Susiswo. (2020). Fraction Sense: An Analysis of Preservice Mathematics Teachers' Cognitive Obstacles. *CEPS Journal*, 10(2), 27–47. <https://doi.org/10.26529/cepsj.742>
- OCDE. (2016). *Informe de resultados de México en la evaluación 2015 de PISA*. París: OCDE. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>
- Perera, P. y Valdemoros, M. (2007). Propuesta didáctica para la enseñanza de las fracciones en cuarto grado de educación primaria. En M. Camacho, P. Flores y M. Bolea (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XI* (pp. 209–218). San Cristóbal de la Laguna: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática SEIEM. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/1254/>
- Perera, P. y Valdemoros, M. (2009). Enseñanza experimental de las fracciones en cuarto grado. *Educación Matemática*, 21(1), 29–61. Disponible en <http://somidem.com.mx/revista/vol21-1/>
- Pescador, M. (2009). Fraccionando fracciones: una propuesta para la enseñanza de las operaciones con fracciones. [*Tesis de maestría*]. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México. Disponible en https://repositorio.unam.mx/contenidos/fraccionando-fracciones-una-propuesta-para-la-ensenanza-de-las-operaciones-con-fracciones-450592?c=r3EY1a&d=false&q=*&i=2&v=1&t=search_0&as=0

- Petit, M., Laird, R. & Marsden, E. (2010). *A focus on fractions: Bringing research to the classroom*. New York: Routledge.
- Pirie, S. & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: how can we characterise it and how can we represent it? *Educational Studies in Mathematics*, 26, 165–190. <https://doi.org/10.1007/BF01273662>
- Post, T., Behr, M. & Lesh, R. (1982). Interpretations of Rational Number Concepts. En L. Silvey, & J. Smart (Eds.), *Mathematics for Grades 5-9* (pp. 59–72). Reston: NCTM.
- Ríos, Y. G. (2007). Una Ingeniería didáctica aplicada sobre fracciones. *Revista Omnia*, 13(2), 120–157. Disponible en <https://biblat.unam.mx/es/revista/omnia-maracaibo/articulo/una-ingenieria-didactica-aplicada-sobre-fracciones>
- Sanz, M. y Gómez, B. (2015). Problemas descriptivos de fracciones. Componentes críticas. *ENSAYOS. Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 30(1), 83–93. Disponible en <https://revista.uclm.es/index.php/ensayos/article/view/737>
- Siegler, R., Duncan, G., Davis-Kean, P., Duckworth, K., Claessens, A., Engel, M. & Chen, M. (2012). Early predictors of high school mathematics achievement. *Psychological Science*, 23(7), 691–697. <https://doi.org/10.1177/0956797612440101>
- Tsung-Lung, T. & Hui-Chuan, L. (2017). Towards a Framework for Developing Students' Fraction Proficiency. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48(2), 244–255. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2016.1238520>
- Thang, N., Chau, N. & Phuong N. (2018). Organizing Students of Primary Education Major to Design Situations of Teaching Fractions in the Direction of Connecting to the Real World. *American Journal of Educational Research*. 6(5), 455–460. <https://doi.org/10.12691/education-6-5-14>

Jhonatan Andres Arenas Peñaloza. Recibió el título de Maestro en Ciencias, área matemática educativa con mención honorífica por la Universidad Autónoma de Guerrero (México). Es docente investigador del departamento de ciencias naturales y exactas de la Universidad de la Costa (Colombia). <https://orcid.org/0000-0002-8236-489X>

Flor Monserrat Rodríguez Vásquez. Doctora en Educación Matemática por la Universidad de Salamanca (España). Maestra en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (México). Licenciada en Matemáticas por la Universidad Veracruzana (México). Profesora e investigadora de la Universidad Autónoma Guerrero (México). <https://orcid.org/0000-0002-9596-4253>