

Análisis de problemas aditivos en libros de texto de educación primaria en México

Analysis of additive problems in elementary school textbooks in Mexico

Mónica Arnal-Palacián¹, Sofía López de Nava-Tapia², Nuria Begué³

¹ Universidad de Zaragoza marnalp@unizar.es

² Universidad Nacional Autónoma de México slopezdenavat@gmail.com

³ Universidad de Zaragoza nbegue@unizar.es

Recibido: 14/10/2022

Aceptado: 21/4/2023

Copyright ©

Facultad de CC. de la Educación y Deporte.

Universidad de Vigo



Dirección de contacto:

Sofía López de Nava Tapia

Universidad Nacional Autónoma de México

Escuela Nacional de Trabajo Social

Tercer circuito interior s/n

Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán,

Ciudad de México, México

Resumen

La resolución de problemas aritméticos representa un tópico sumamente importante que abarca diversos aspectos tales como la formación académica de los estudiantes, su propia didáctica para el proceso enseñanza aprendizaje, así como en la formación y práctica docente. De tal manera que, una de las herramientas de mayor protagonismo dentro del aula escolar como lo es el libro de texto, se encuentra permeado de este contenido. Es por ello que, el objetivo del presente estudio fue analizar los problemas aditivos y de sustracción de los libros de texto de matemáticas de Educación Primaria de México. Fue un estudio de corte cualitativo, en donde se tomó como muestra cada uno de los libros de texto de matemáticas por grado escolar (1° a 6°) y se elaboró un instrumento con siete categorías de evaluación. Los resultados mostraron que, existe una predominancia en tanto a las estructuras semánticas de combinación y transformación; habiendo una ausencia de los problemas en las que todas sus cantidades sean transformaciones o comparaciones y aquellos en que se combinen.

Palabras clave

Matemáticas, Resolución de Problemas, Adición, Sustracción

Abstract

The resolution of arithmetic problems represents an extremely important topic that encompasses various aspects such as the academic training of students, their own didactics for the teaching-learning process, as well as in training and teaching practice. In such a way that, one of the tools of greatest prominence within the school classroom such as the textbook is permeated of this content. That is, the objective of the present study was to analyze the additive and subtraction problems of the textbooks of Mathematics of Elementary School of Mexico. It was a qualitative cutting study, where each of the math textbooks by school grade (1 to 6 °) was taken as a sample and an instrument was developed with seven evaluation categories. The results showed that there is a predominance as long as the semantic structures of combination and transformation; having an absence of the problems in which all its amounts are transformations or comparisons and those in which they are combined.

Key Words

Mathematics, Problem Solving, Addition, Subtraction

1. INTRODUCCIÓN

Desde finales de los años 70, se ha investigado acerca del grado de dificultad de los problemas matemáticos presentes en la enseñanza-aprendizaje de suma y resta, alcanzando su auge teórico y de divulgación científica en las décadas de los 80 y 90. Debido a ello, algunas referencias abordadas en el presente trabajo corresponden a dicho periodo. Por un lado, esta dificultad podría atenderse a criterios sintácticos, es decir, el tipo de vocabulario, la complejidad gramatical, entre otros (Nesher, 1982) y, por otro, a la estructura semántica del mismo (Heller y Greeno, 1978).

Por su parte, los libros de texto son un recurso habitual en las aulas para la impartición de las matemáticas, determinando los procesos de enseñanza-aprendizaje (González-Astudillo y Sierra, 2004), participando en la planificación de la enseñanza, y llegando incluso a determinar realmente el currículo (Monterrubio y Ortega, 2009). En esta misma línea se encuentra el estudio de Conejo y Ortega (2014), quienes destacan que su utilización determina la enseñanza en un país, pudiendo llegar a ser más influyentes que las órdenes ministeriales. En relación con las estrategias empleadas por el alumnado, algunos autores, como Fagginger-Auer et al. (2016) y Heinze et al. (2009), apuntan a que estas también se ven condicionadas por el libro de texto utilizado.

Es por ello que los libros de texto ocupan un lugar principal para el profesorado de matemáticas (Pepin et al., 2013), tanto en el uso dentro del aula como para la planificación didáctica de las sesiones; ocurriendo también así, de manera particular, para la enseñanza de la aritmética (Campistrous et al., 2013; Konic et al., 2010; Orrantia et al., 2005; Rodríguez-Nieto et al., 2019).

Atendiendo al lugar geográfico, por países existen grandes diferencias en la presentación de los problemas en los libros de texto; mientras que en Estados Unidos de América y en España son simples y rara vez requieren un razonamiento, en China, Japón o Rusia incluyen gran variedad de tareas, proporcionando más oportunidades para el razonamiento de sus estudiantes (Vicente et al., 2021).

En México, país objeto de estudio en el presente trabajo, Rodríguez-Nieto et al. (2019) analizaron los problemas aditivos de enunciado verbal presentes en los libros de texto desde 1º hasta 3º de educación básica, analizando tres variables: la estructura semántica, el grado de desafío y el contexto situacional. El interés de estas variables está relacionado con el tipo de problemas a los que se enfrentan diariamente los alumnos en el aula y, también, en las diferentes pruebas internacionales de evaluación de matemáticas como PISA (Program for International Students Assessment) y TIMSS (Trends in International Mathematics and Sciences Study) y pruebas nacionales en México tales como ENLACE (Evaluación Nacional de Logros Académicos en Centros Escolares) y ELCE (Evaluación del Logro referida a Centros Escolares).

Estas pruebas, desde su primera aplicación y hasta la actualidad, han arrojado como resultado un bajo rendimiento alcanzado por la población estudiantil mexicana (OCDE, 2013; 2016; ENLACE, 2013), pues existen factores que influyen directamente en el acceso, permanencia y el aprovechamiento de cada alumno, así como condiciones

socioeconómicas y culturales de las familias y comunidades de origen. También influyen los contextos sociales en los que operan las escuelas y más extensamente los sistemas educativos. De esta manera se explica la naturaleza de la poca comprensión y bajo desempeño en la resolución de problemas aritméticos. Por ello, en el presente trabajo de investigación, se analizan los libros de texto gratuitos de la Secretaría de Educación Pública, al ser una de las herramientas didácticas de acceso universal y en el que se basa el currículo propuesto.

A partir de lo anteriormente descrito, el objetivo del presente estudio fue analizar los problemas aditivos y de sustracción de los libros de texto de matemáticas de Educación Primaria en México.

2. MARCO TEÓRICO

Un problema matemático involucra una situación, planteada en un entorno abstracto o acompañado por contexto, en la que el individuo que se enfrenta a la situación no sabe inmediatamente cómo proceder, o por otra parte no conoce inicialmente la existencia de un algoritmo que lo dirija inmediatamente hacia una solución (Dossey, 2017), es decir, para resolverlo el alumno no tiene directamente un procedimiento de solución a su disposición (van Zanten y van den Heuvel-Panhuizen, 2018). Por otro lado, en el caso de los ejercicios, estos son planteados con la finalidad de aplicar una estrategia específica para su resolución, lo que implica que el alumno cuenta con un procedimiento concreto que lo orienta hacia la solución del mismo (Dossey, 2017).

Existen diversas denominaciones de los problemas aritméticos que contienen lenguaje verbal en conjunción con lenguaje simbólico matemático, tales como problemas con palabras o problemas contextualizados, los cuales representan el objeto de estudio de la presente investigación. De Corte et al. (1985) describen que un problema con palabras es un tipo de texto peculiar que puede incluir algunas ambigüedades, las cuales son dadas en determinadas situaciones e interpretadas de formas particulares. Esto requiere, por parte de los estudiantes, habilidades de literacidad en la disciplina matemática (Österholm, 2007), es decir, la adquisición del lenguaje propio del área en cuestión.

En lo referente a la estructura de los problemas con palabras, proporcionar una pregunta dentro del problema puede ayudar en la creación de una representación mental hecha durante el proceso de lectura donde determinado tipo de conocimiento anterior sea activado o bien algunas habilidades metacognitivas sean puestas en marcha (Hegarty et al., 1995; Mayer y Hegarty, 1996; Österholm, 2007; Iglesias et al., 2015). Otros aspectos que influyen son la complejidad de la estructura de la oración, el vocabulario utilizado, si es que este es claro y directo, y si la información adicional es añadida a la información importante necesaria para resolver el problema, así como el orden en que se presentan los números y las palabras dentro del problema (Orrantia, 2003; Zerafa, 2016).

Por su parte, las formas lingüísticas y discursivas de los problemas que se encuentran son diversas e influyen directamente en la comprensión, análisis e interpretación y resolución de estos; por lo que, dentro del proceso de interpretación del texto, se pueden distinguir dos aspectos. El primero tiene que ver con la información que ofrece el texto base, donde los datos superficiales y semánticos son visibles y permiten el establecimiento de las relaciones entre los números, acciones, conjuntos y las relaciones entre esos conjuntos; y el segundo aspecto, que refiere a la base conceptual del problema

que interacciona tanto con conocimientos formales e informales como con las habilidades para resolver un problema (Orrantia, 2003; Ester et al., 2021).

2.1. Estructuras semánticas

Desde los años 1980, han existido diferentes clasificaciones para determinar la estructura de los problemas de suma y resta (Carpenter y Moser, 1982; Riley et al., 1983; Riley y Greeno, 1988;), siendo la más utilizada aquella que distingue tres estructuras semánticas: transformación, combinación y comparación (Riley et al., 1983). Vergnaud (1982) afinó esta categorización, dando lugar a seis estructuras semánticas, fruto de las relaciones existentes entre las anteriores, siendo estas: a) Estado-Estado-Estado (EEE), b) Estado-Transformación-Estado (ETE), c) Estado-Comparación-Estado (ECE), d) Transformación-Transformación-Transformación (TTT), e) Comparación-Transformación-Comparación (CTC) y f) Comparación-Comparación-Comparación (CCC).

Estas categorías han desembocado en estudios que determinan la dificultad de cada una de ellas en comparación con las demás, dando como resultado que los problemas de comparación son los más difíciles de resolver (Carpenter y Moser, 1982; Orrantia et al., 1997, entre otros). No obstante, esta dificultad no solamente radica en la estructura semántica, sino que debe atender al lugar que ocupa la incógnita, lo que da lugar a que el problema sea estereotipado o no estereotipado, es decir, que el problema contenga un lenguaje consistente o conflictivo. Son los problemas no estereotipados o con lenguaje conflictivo los que tienen una mayor dificultad (Hegarty et al., 1995; Mayer y Hegarty, 1996; Orrantia et al., 2005) en comparación con los problemas estereotipados que se resuelven traduciendo directamente el problema, es decir, mediante el uso de las palabras “aumentar”, “disminuir”, “añadir”, “quitar”, “más que” o “menos que” coinciden con la operación en la resolución del problema.

2.2. Significado del número y tipo de número

En aritmética, y en particular en los problemas de suma y resta, el significado del número es una componente importante que hay que tener en cuenta, tal y como afirman Cid et al. (2003). Partiendo desde el desarrollo de las habilidades numéricas, entre las que cabe destacar al conteo como la habilidad precursora y fundamental para la adquisición de la aritmética, el modelo cognitivo de hipótesis arbitraria de numerosidad (Gelman y Gallistel, 1978), afirman que existen cinco niveles de comprensión y dominio del significado numérico para poder contar, que comprenden: i) correspondencia uno a uno, ii) orden estable, iii) cardinalidad; siendo estos tres primeros los que conforman la estructura formal del conteo; incorporando, posteriormente, los niveles de iv) abstracción y v) irrelevancia de orden. A través de estos recuentos surge la posibilidad de realizar las primeras sumas y restas, dando lugar a diferentes técnicas: recuento de todos, recuento a partir del sumando mayor, recuento hacia atrás, recuento de la diferencia, entre otros. Estas técnicas iniciales utilizadas de manera reiterada proporcionan una evolución hacia otros procesos más eficaces (Cid et al., 2003).

Por su parte, algunos autores (Cid et al., 2003; Rico et al., 2008; Alcalde et al., 2014) señalan seis significados del número: secuencia numérica, cardinal, ordinal, simbólico, operacional y medida. Para fines del presente estudio, se han tenido en cuenta únicamente

los significados de cardinal, ordinal y medida, así como la posibilidad adicional de no tener ningún significado por carecer de contexto.

Además, cabe señalar que los tipos de números utilizados habitualmente en las matemáticas escolares son: naturales, enteros, racionales y reales. Estos cuatro tipos se trabajan progresivamente. Mientras que los naturales deben ser dominados en la Educación Primaria, los otros tres deberían ser comprendidos completamente en la Educación Secundaria (Rico, 1995). Por este motivo, serán utilizados en el presente estudio los tres primeros. Asimismo, las bases más utilizadas son la decimal, dando lugar a nuestro sistema de numeración posicional, y la sexagesimal.

2.3. Problem solving/posing

Atendiendo a la clasificación de Stoyanova (1998), la invención de problemas que nos proponemos revisar en los libros de texto corresponde con tres categorías: a) situación libre, b) situaciones semiestructuradas y c) situaciones estructuradas. En el primer caso, no existen restricciones en la tarea de invención de un problema. Por su parte, las situaciones semiestructuradas son en las que se demanda al alumno que planteen un problema atendiendo a una experiencia o situación. Finalmente, las situaciones estructuradas corresponden con la reformulación de problemas dados. Particularizando para la propuesta de problemas de suma y resta con enunciado verbal, Hirashima y Kurayama (2011) determinan que hay que atender a las siguientes fases: i) decisión de la operación que resolverá el problema, ii) decisión de la dirección de la operación que resolverá el problema, iii) decisión de la estructura semántica del enunciado del problema, y iv) decisión de las oraciones, conceptos y tipo de número utilizados en el problema.

3. MÉTODO

Este estudio es de corte cualitativo, con un carácter exploratorio-descriptivo. Para el análisis del objeto de estudio se consideraron las siguientes variables: a) tipo de operación, b) cantidad desconocida, c) posición de la incógnita, d) estructura semántica de la situación, e) significado de los números, f) tipo de número, y g) la resolución o propuesta por parte del alumnado.

3.1. Muestra

La muestra estuvo compuesta por los seis libros de texto de Educación Primaria (de primero a sexto grado) elaborados por la Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos de México (Secretaría de Educación Pública, 2019a, 2019b, 2019c, 2019d, 2019e, 2019f). Este organismo público descentralizado está conformado por autoridades gubernamentales, trabajadores burocráticos y grupos de expertos en cada campo, por lo que elabora, edita y distribuye gratuitamente los libros de texto a todos los estudiantes del país cada ciclo escolar.

Los libros de texto responden a las características tanto del modelo educativo basado en competencias (Secretaría de Educación Pública, 2011), del modelo educativo de los aprendizajes clave (aprender a aprender) (Secretaría de Educación Pública, 2017) y del modelo de la nueva escuela mexicana del año 2018. Con el fin de dar respuesta a las

directrices citadas, se han realizado varias ediciones de los libros de texto considerados, en donde el libro de primer y segundo grado han tenido dos ediciones, mientras que, los libros de tercero, cuarto, quinto y sexto grado cuentan con tres ediciones siendo la última en el año 2019.

3.2. Instrumento

Para el desarrollo de este estudio empírico se ha realizado un análisis minucioso de cada una de las unidades didácticas en las que se trabajasen las nociones relacionadas con la aritmética de los libros de texto donde aparecen problemas de suma y resta. Para ello se elaboró un instrumento (ver Tabla 1) que facilitase dicho análisis.

VARIABLES	CATEGORÍAS
Tipo de operación	Suma / Resta
Cantidad desconocida (Hegarty et al., 1995; Mayer y Hegarty, 1996)	Lenguaje consistente / Lenguaje inconsistente o conflictivo
Posición de la incógnita	Inicial / Media / Final / Única
Estructura semántica de la situación (Riley y Greeno, 1988; Riley et al., 1983)	Estado-Estado-Estado (EEE) Estado-Transformación- Estado (ETE) Estado-Comparación Estado (ECE) Transformación- Transformación- Transformación (TTT) Comparación- Transformación- Comparación (CTC) Comparación- Comparación- Comparación (CCC)
Significado de los números	Cardinal / Ordinal / Medida / Sin significado
Tipo de número	Natural / Racional / Sistema sexagesimal
Creación/Resolución	Problem solving / Problem posing

Tabla 1. Variables y categorías analizadas

Además, se acompañó de la ficha identificativa, que contenía información propia del libro tal como: a) grado escolar, b) unidad didáctica, c) página y d) número de problema.

3.3 Procedimiento

Para poder garantizar la calidad de la categorización de los problemas aditivos presentes en los libros de texto, se procedió a la realización de tres pruebas piloto en las que se analizaron tres unidades didácticas por parte de todo el equipo investigador.

En estos tres pilotajes se adaptaron algunas de las categorías originales. En la segunda prueba piloto se consideró una nueva variable, *Tipo de número*, atendiendo a las categorías *naturales*, *racionales* y *sistema sexagesimal*. La tercera prueba piloto afianzó la idoneidad de cada una de las variables y categorías, así como el acuerdo otorgado para cada uno de los problemas aditivos encontrados.

4. RESULTADOS

El número de situaciones identificadas es de 136, de las cuales el 95,6% pertenecen a problemas en los que el alumnado debe resolver el enunciado propuesto frente al 4,4% (6 tareas) que animan al alumnado a la invención de problemas. En relación con la

resolución de problemas, los libros de texto enfocan el trabajo de las situaciones aditivas a través de problemas simples atendiendo a las clasificaciones descritas en los apartados anteriores. Por su parte, la invención de problemas se ubica en situaciones semiestructuradas (Stoyanova, 1998), ya que este tipo de tareas se sitúan tras el trabajo previo de la resolución de problemas simples, por tanto, se esperaría que el alumnado fuera capaz de elaborar enunciados apoyándose en el trabajo previo.

La Tabla 2 presenta el número de situaciones según el curso analizado. En primer lugar, observamos que el mayor trabajo sobre situaciones aditivas se realiza durante los cursos 2º y 3º, observándose un decaimiento a partir del 4º grado, donde el tipo de contenidos que se presentan están centrados en el trabajo de situaciones multiplicativas.

Grado	Frecuencia	Porcentaje
1	23	16,9 %
2	30	22,1%
3	34	25,0%
4	22	16,2%
5	19	14,0%
6	8	5,9%

Tabla 2. Datos de la muestra por curso y área de conocimiento

4.1 Tipo de operación

Las situaciones aditivas tienen como objetivo que el alumnado resuelva de manera razonada y comprensible situaciones en las que la operación que resuelve el problema tenga pertinencia con una suma y/o una resta. En este sentido, la Figura 1 muestra el tipo de operación que resuelve la tarea según el grado del libro de texto. Por un lado, el número de situaciones que se resuelven a través de la realización de una suma predomina durante los dos primeros cursos (1º y 2º), mientras que en los dos cursos siguientes (3º y 4º) predominan las situaciones que se resuelven a través de la resta. En relación con aquellas tareas en las que se tienen que realizar ambas operaciones identificamos una presencia mínima en comparación con las anteriores y no se observa una mayor presencia según el grado escolar. De hecho, su mayor presencia en los libros de texto se encuentra en el segundo y tercer grado.

4.2 Cantidad desconocida, posición de la incógnita y estructura semántica

Otra de las variables estudiadas corresponde con la cantidad desconocida, que deriva del lenguaje expresado en el enunciado. En este sentido, aunque el 81,5% presenta un lenguaje consistente existen situaciones en las que se identifica un lenguaje conflictivo (18,5%).

También fue objeto de estudio la posición de la incógnita, la cual explica el grado de dificultad de la situación planteada. El análisis revela que el 76,9% presentan la incógnita correspondiente con la pregunta al final del enunciado propuesto, mientras que dicho porcentaje es del 14,6% para el caso de aquellas situaciones en las que la posición de la

incógnita ocupa la posición inicial. Finalmente, el porcentaje para los otros dos casos, media y única se corresponde con el 3,1% y 5,4%, respectivamente.

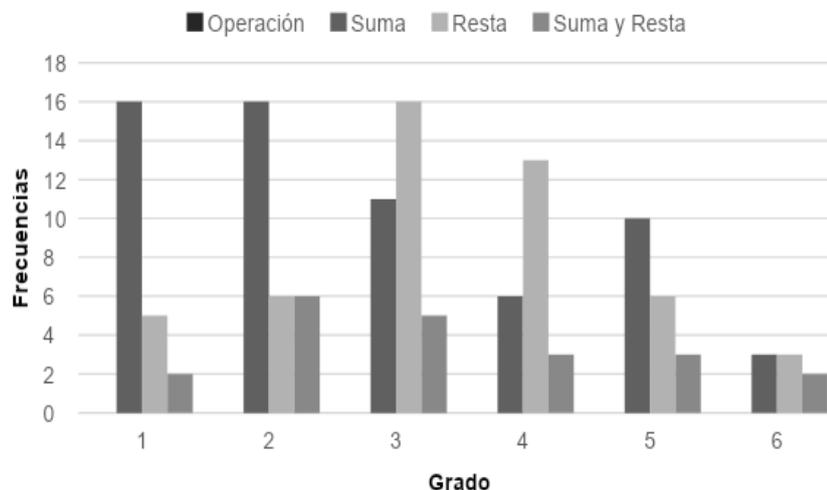


Figura 1. Tipo de operación que resuelve la tarea según el grado del libro de texto

En relación con el tipo de estructuras semánticas que se presentan para dar sentido al trabajo de las situaciones aditivas, el análisis recae sobre las 130 situaciones identificadas que se corresponden con tareas en las que el alumnado debe resolver el enunciado presentado. La Tabla 3 refleja que el 89,2% de las situaciones planteadas corresponden con una etapa, por lo tanto, son enunciados en los que el alumnado tiene que identificar la operación que resuelve la tarea. Además, observamos que el tipo de estructura predominante concuerda con ETE (37,7%) y EEE (40%). Si completamos esta información con el gráfico que muestra la Figura 2, observamos que la presencia de la estructura EEE queda reservada a los primeros dos cursos, mientras que la presencia de las situaciones de ETE tienen una mayor presencia en los cursos impares (3º y 5º). Por otro lado, aunque el tipo de estructura ECE aparece con menor frecuencia que las anteriores, su presencia en los libros de texto se inicia a partir del 2º curso, mientras que en el 5º curso no aparece ningún tipo de situación bajo esta estructura. Un aspecto significativo, es la poca presencia de situaciones del tipo TTT, siendo su presencia reducida al manual de tercer grado. Desde este análisis es destacable la no presencia de las estructuras semánticas CCC y CTC, siendo éstas las que presentan un mayor grado de dificultad como se ha descrito en la sección anterior.

Grado	EEE		ETE		ECE		TTT	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1º	13	10,0%	9	6,9%	0	0,0%	0	0,0%
2º	15	11,5%	5	3,8%	2	1,5%	0	0,0%
3º	5	3,8%	16	12,3%	1	0,8%	3	2,3%
4º	7	5,4%	7	5,4%	6	4,6%	0	0,0%
5º	8	6,2%	11	8,5%	0	0,0%	0	0,0%
6º	1	0,8%	4	3,1%	3	2,3%	0	0,0%

Tabla 3. Estructuras semánticas en problemas de una etapa

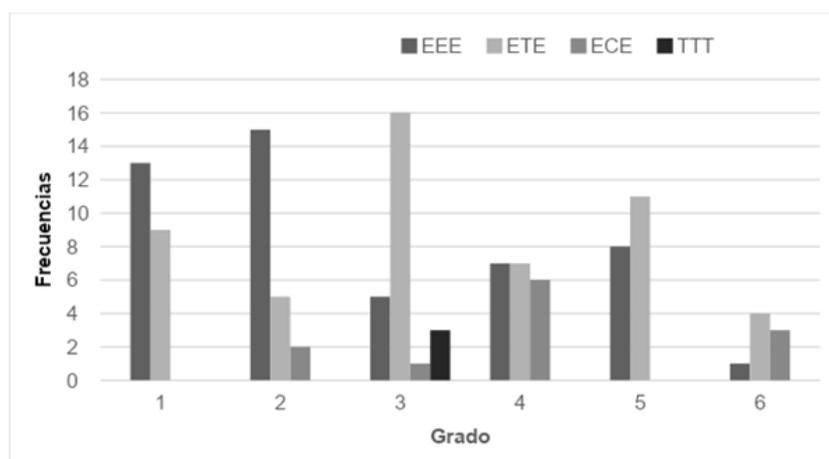


Figura 2. Estructuras semánticas de una etapa según el grado

4.3 Significado de los números y tipo de número

El análisis de los libros de texto revela que el trabajo de las situaciones aditivas recae en la labor sobre los números naturales (ver Figura 3), puesto que el 64% de las situaciones aditivas a lo largo de esta etapa educativa requiere operar con este tipo de número. Observamos que la presencia de los números naturales se localiza durante los tres primeros cursos, siendo exclusivo para el trabajo de las situaciones aditivas en el caso de los dos primeros cursos. Por su parte, aunque a partir del tercer grado aparecen situaciones aditivas en las que se presenta el número en forma de racional, el análisis revela que el trabajo de las situaciones aditivas se fundamenta en la presentación del número natural o racional. Además, es destacable comentar que en tercer y cuarto grado se trabajan las situaciones aditivas a través de la magnitud Tiempo exigiendo el empleo del sistema de numeración sexagesimal.

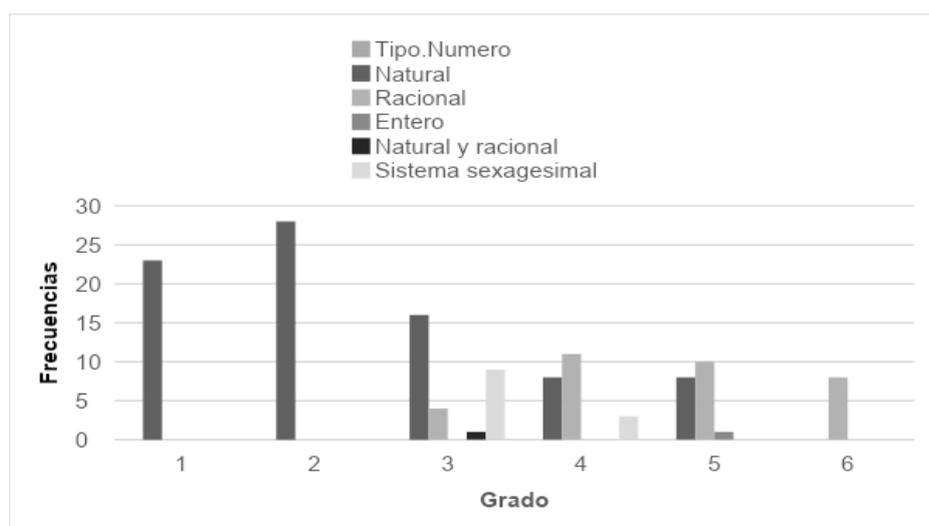


Figura 3. Tipo de número según el curso o grado

En relación con la variable que caracterizaba el significado del número, la Figura 4 presenta el número de problemas a lo largo de los diferentes grados con relación al significado del número, tal y como se ejemplifica en la Figura 5. Además, refleja que

existe una predominancia por presentar situaciones donde el número representa la cantidad de magnitud. En este sentido, la Tabla 4 que presenta el porcentaje del significado del número según el curso muestra que la presencia del número como cantidad de magnitud representa la mayoría de las situaciones que aparecen en los libros a partir del 2º curso. Por otro lado, si analizamos la presencia de situaciones en las que se muestra el número como cardinal, se observa que existe una tendencia decreciente en relación con el curso. De hecho, se identifica una preferencia por presentar situaciones que consideren al número como cardinal, que representan el 57% de las situaciones aditivas planteadas (ver Tabla 4).

Grado	Sin Significado	Cardinal	Ordinal	Magnitud
1º	5 21,7%	13 57%	1 4,3%	4 17,4%
2º	2 7,1%	5 18%	0 0,0%	21 75,0%
3º	0 0,0%	9 30%	0 0,0%	21 70,0%
4º	0 0,0%	2 9%	0 0,0%	20 90,9%
5º	0 0,0%	2 11%	0 0,0%	17 89,5%
6º	6 75,0%	0 0%	0 0,0%	2 25,0%

Tabla 4. Significado del número según curso o grado (el total/respecto del número de situaciones analizadas para ese grado)

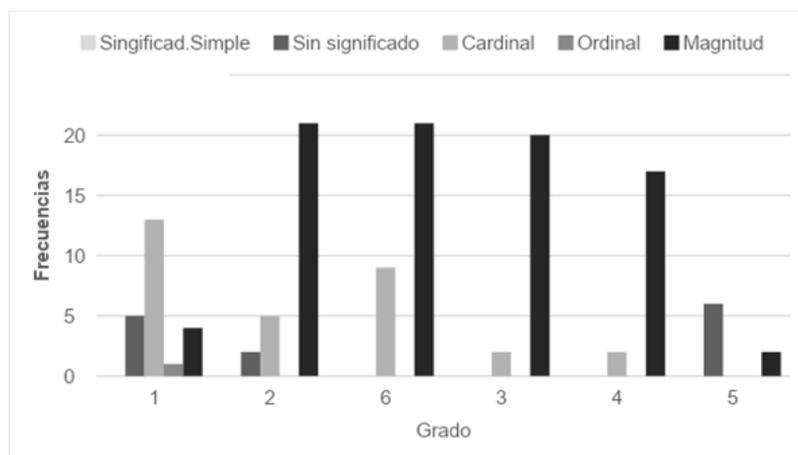


Figura 4. Significado del número según el curso o grado

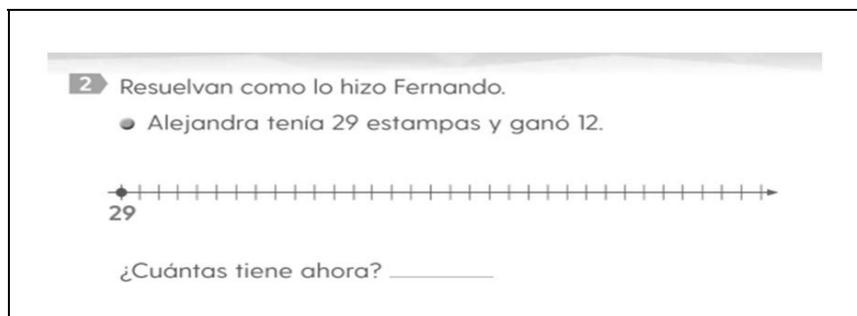


Figura 5. Tarea propuesta en el libro de primer grado (SEP, 2019a, p. 164)

La relevancia que alcanza la presencia del tipo de número como una cantidad de magnitud conduce a la necesidad de revisar las situaciones aditivas en las que aparece a lo largo de esta etapa educativa. Además, desde la necesidad de identificar si la elección de una magnitud responde a trabajar un tipo de número se realiza el análisis mostrado en la Tabla 5 donde se muestra el tipo de magnitud empleada según el tipo de número en aquellas situaciones en las que se presenta el número como una cantidad de magnitud. Por un lado, observamos que el sistema monetario tiene una presencia para el trabajo del número natural (44,7%), siendo además la magnitud más empleada para presentar las situaciones aditivas. Por su parte, aunque las actividades del número racional se trabajan en menor medida se presentan a través de diferentes magnitudes entre las que destaca la masa (Figura 6) y el sistema monetario. En relación con esta última, los enunciados presentan el número racional a través de su representación decimal como se muestra en la Figura 7. Finalmente, cabe destacar que el trabajo del sistema de numeración sexagesimal aparece asociado al trabajo del tiempo, sin identificarse situaciones asociadas con la medida de amplitud de los ángulos.

Magnitud	Natural		Racional		Entero		Natural y racional		Sistema sexagesimal	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Sistema monetario	38	44,7%	8	9,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Masa	0	0,0%	9	10,6%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Longitud	1	1,2%	2	2,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Capacidad	1	1,2%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Tiempo	7	8,2%	1	1,2%	1	1,2%	0	0,0%	12	14,1%
Amplitud	0	0,0%	3	3,5%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Área	0	0,0%	1	1,2%	0	0,0%	1	1,2%	0	0,0%

Tabla 5. Tipo de número según la magnitud que se trabaja en el enunciado propuesto



Figura 6. Tarea propuesta en el libro de texto sexto grado (SEP, 2019f, p. 15)

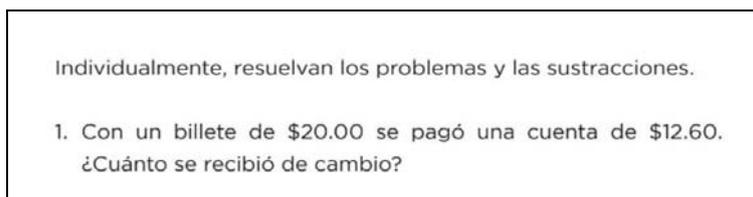


Figura 7. Tarea propuesta en el libro de texto cuarto grado (SEP, 2019d, p. 29).

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio realizado está centrado en identificar las situaciones aditivas en los libros de texto a lo largo de la Educación Primaria atendiendo a una serie de categorías que emergen de la revisión de la literatura: tipo de operación, cantidad desconocida, posición de la incógnita, significado de los números, tipo de número, estructura semántica y creación/resolución de problemas. En primer lugar, atendiendo al tipo de situaciones que se plantean, estas corresponden a problemas simples en los que se exige un nivel de razonamiento pobre. Además, destaca la falta de tareas que exijan la creación de un enunciado como solución de la operación propuesta. En segundo lugar, la presencia de situaciones aditivas sigue una tendencia decreciente a lo largo de la Educación Primaria y, por otro lado, se apoya en los dos primeros cursos en las técnicas de conteo. De hecho, el significado que adquiere el número en el primer curso es de cardinalidad de manera predominante. Atendiendo a las estructuras semánticas, y como ya determinasen Rodríguez-Nieto et al. (2019) en su estudio con textos mexicanos desde 1º hasta 3ª de Educación Primaria, los problemas predominantes son los de transformación (ETE) y de combinación (EEE). En concreto, en 1º y 2º predominan los problemas de combinación; en 3º, 5º y 6º los problemas de transformación; y en 4º curso se presentan casi con la misma frecuencia los problemas de transformación (ETE), combinación (EEE) y comparación (ECE). El cuarto tipo de estructura semántica encontrada, y que no fue señalada en el estudio anteriormente citado, fue TTT, presentado únicamente en tercer grado. Destacamos la ausencia de los problemas CCC y CTC, que permitirían cubrir todos los tipos de problemas de suma y resta categorizados por Vergnaud (1982). Atribuimos esta ausencia por la inclusión de la comparación en ellos, al tratarse de los problemas de mayor complejidad, tal y como afirmaron Carpenter y Moser (1982) y Orrantía et al. (1997), entre otros.

Por tanto, se identifica una carencia en relación a la ausencia de determinadas estructuras semánticas lo cual implica un trabajo incompleto del tipo de situaciones aditivas en el aula. Este hecho exige que el docente sea conocedor de esta limitación para así diseñar situaciones enriquecedoras que ayuden a su alumnado a la comprensión adecuada y completa de las situaciones que dan sentido a la operación de suma y sustracción. Por su parte, en cuanto al significado del número, predomina el significado de cantidad de magnitud desde 2º curso de Educación Básica hasta el 5º curso. Asimismo, con las magnitudes que se trabajan para dar sentido a estas situaciones se observa una labor predominante del sistema monetario a través del número natural, mientras que se identifica un escaso número de tareas en las que se trabajen magnitudes como longitud, área, capacidad a través del número racional para dar sentido a las situaciones aditivas.

La importancia de la adquisición y desarrollo de conocimiento tanto en niños como en adolescentes radica de modo genérico en la capacitación y realización del ser humano

como un ser social libre y pensante (Secretaría de Educación Pública, 2011; 2017). Es mediante los planes y programas de estudio en donde se perfila la importancia de cada asignatura y el desarrollo de destrezas implícitas y explícitas; así pues, desde el planteamiento curricular en el campo matemático se pretende que los estudiantes de educación básica desarrollen formas de pensar que permitan formular conjeturas y procedimientos para resolver problemas además de elaborar explicaciones para ciertos hechos numéricos y geométricos. De igual modo, que se utilicen diferentes técnicas o recursos para hacer más eficientes los procedimientos de resolución y por último que muestren disposición hacia el estudio de la matemática, así como al trabajo autónomo y colaborativo (Secretaría de Educación Pública, 2011; 2017).

El énfasis de este campo se plantea con base en la solución de problemas, en la formulación de argumentos para explicar sus resultados y en el diseño de estrategias y sus procesos para la toma de decisiones, aspecto que si bien se ve reflejado en el número de casos analizados, demuestra que conforme a la distribución de contenidos del libro en general existe un reducido número de situaciones problema, empleando otras actividades vinculadas con ejercicios de conteo y repetición más que de resolución.

Específicamente, el contenido pedagógico de la asignatura en general se divide en los ejes: i) sentido numérico y pensamiento algebraico, ii) forma, espacio y medida, iii) manejo de la información, y iv) actitudes hacia las matemáticas; por su parte los logros de aprendizaje para primero, segundo y tercer grado incluyen el reconocimiento, la lectura y escritura de números naturales; así como la resolución de problemas de suma, resta y con números fraccionarios, cuestión que es concordante con lo encontrado al concentrarse un número mayor de problemas aditivos en dichos grados. Mientras que los alumnos de cuarto, quinto y sexto grado de deben reconocer, leer y escribir números naturales, fraccionarios y decimales, además de resolver problemas de aritmética básica (suma, resta, multiplicación y división) con números naturales, fraccionarios o decimales, haciendo uso de información gráfica o con herramientas tales como el porcentaje; tema que, desde los datos obtenidos, puede contrastarse con el tipo y significado del número empleado en cada grado, encontrándose las mayores frecuencias en el manejo de números naturales, racionales y sexagesimales.

Por lo que se puede concluir que, si bien se cuenta con un considerable número de problemas aditivos que integran por lo menos una categoría de las variables analizadas, existen algunas como ya fue descrito, que no se abordan en ningún grado escolar.

Con base en lo anterior, a tenor de los estudios revisados y el análisis desarrollado, nuestra propuesta es que los libros de texto presenten una graduación de menor a mayor dificultad, abordando los problemas de transformación (ETE) y combinación (EEE), pero que poco a poco abarquen otros con mayor complejidad estructural, como por ejemplo de comparación (ECE) y llegasen a abordar los tres tipos de problemas restantes (TTT, CTC y CCC) en los últimos cursos, dando así un conocimiento completo a los problemas de suma y resta. En este mismo sentido se propone que, si bien el plan de estudios y los libros analizados cuentan con un contenido coherente y mutuamente pertinente que apoyan al desarrollo de la habilidad de resolución de problemas aditivos, tendría que llevarse un análisis de la práctica docente en el contexto áulico, con el que se explora desde la formación con la que el profesor cuenta, así como con los elementos didácticos que ejerce durante la enseñanza del contenido abordado. A pesar de las bondades de la resolución de problemas presentes en los libros de texto cabría señalar, tal y como afirman Vicente et al. (2021), que los libros de texto en sí mismos no determinan los procesos de

aprendizaje de los alumnos, al menos en lo que a resolución de problemas aritméticos se refiere. Por último, es necesario señalar la importancia del proceso de adquisición y desarrollo de la comprensión de lectura y del vocabulario específico de la matemática pues ambos son factores determinantes en el momento tanto de plantear como de solucionar los problemas aritméticos aquí analizados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado dentro del grupo de investigación “Investigación en Educación Matemática” financiado por el Gobierno de Aragón, PIIDUZ_1 id753 Programa de Incentivación de la Innovación Docente en la Universidad de Zaragoza.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde, M., Pérez, I. y Lorenzo, G. (2014). *Los números naturales en el aula de Primaria*. Universitat Jaume I.
- Campistrous, L.A., Pastor, C., Pastor, G., Rizo, C.R. y Nava, A. (2013). *El trabajo con números naturales en la escuela primaria mexicana*. Universidad Autónoma de Guerrero.
- Carpenter, T.P. y Moser, J.M. (1982). The development of addition and subtraction problem solving skills. En T.P. Carpenter, J.M. Moser y T.A. Romberg (Eds.). *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 9-24). Erlbaum.
- Cid, E., Godino, J.D. y Batanero, C. (2003). *Sistemas numéricos y su didáctica para maestros*. Universidad de Granada.
- Conejo, L. y Ortega, T. (2014). Las demostraciones de los teoremas de continuidad en los libros de texto para alumnos de 17-18 años correspondientes a las tres últimas leyes educativas españolas. *NÚMEROS, Revista de didáctica de las Matemáticas*, 87, 5-23.
- De Corte, E. Verschaffel, L., Janssens, V. y Joillet, L. (1985). Teaching Word problems in the first grade: A confrontation of educational practice with results of recent research. En T. Romberg (Ed.). *Using research in the professional life of mathematics teachers* (pp. 186-195). Center for Educational Research, Universidad de Wisconsin.
- Dossey, J. (2017). Problem solving from a mathematical standpoint. En B. Csapó y J. Funke (Eds.). *The nature of problem solving: Using research to inspire 21st century learning* (pp. 59-72). OECD Publishing.
- ENLACE (2013). *Informes de Resultados 2013*. Obtenido de: http://www.enlace.sep.gob.mx/ba/informes_para_impression/
- Ester, P., Morales, I., Moraleda, A. y Bermejo, V. (2021). The Verbal Component of Mathematical Problem Solving in Bilingual Contexts by Early Elementary Schoolers. *Mathematics*, 9, 524. <https://doi.org/10.3390/math9050564>
- Fagginger-Auer, M.F., Hickendorff, M., Van Putten, C.M., Béguin, A.A. y Heiser, W.J. (2016). Multilevel latent class analysis for large-scale educational assessment data: Exploring the relation between the curriculum and students' mathematical strategies. *Applied Measurement in Education*, 29(2), 144-159. <https://doi.org/10.1080/08957347.2016.1138959>
- Gelman, R. y Gallistel, R. (Eds.). (1978). *The child's understanding of number*. Harvard University Press.
- González-Astudillo, M.T. y Sierra, M. (2004). Metodología de análisis de libros de texto de matemáticas: los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 389-408. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21990>
- Hegarty, M., Mayer, R.E. y Monk, C.A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 18-32. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.1.18>

- Heinze, A., Marschick, F. y Lipowsky, F. (2009). Addition and subtraction of three-digit numbers: adaptive strategy use and the influence of instruction in German third grade. *ZDM Mathematics Education* 41, 591-604. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0205-5>
- Heller, J.I. y Greeno, J.G. (1978). Semantic processing in arithmetic word problem solving. En *Annual meeting of the Midwestern Psychological Association*, Chicago.
- Hirashima, T. y Kurayama, M. (2011). Learning by Problem-Posing for Reverse-Thinking Problems. En G. Biswas, S. Bull, J. Kay y A. Mitrovic, A. (Eds). *Artificial Intelligence in Education. AIED 2011. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 6.738. Springer, Berlin, Heidelberg (pp. 123-130). https://doi.org/10.1007/978-3-642-21869-9_18
- Iglesias, V., Carriedo, N. y Rodríguez, J. (2015). Updating executive function and performance in reading comprehension and problem solving. *Anales de Psicología*, 31(1), 298-309. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.1.158111>
- Konic, P.M., Godino, J.D. y Rivas, M.A. (2010). Análisis de la introducción de los números decimales en un libro de texto. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 74, 57-74.
- Mayer, R.E. y Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. En R.J. Sternberg y T. Ben-Zeev (Eds.). *The nature of mathematical thinking* (pp. 29-53). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.12691/education-3-11-7>
- Monterrubio, M.C. y Ortega, T. (2009). Creación de un modelo de valoración de textos matemáticos. Aplicaciones. En M.J. González, M.T. González y J. Murillo (Eds.). *Investigación en educación matemática XIII* (pp. 37-54). SEIEM.
- Nesher, P. (1982). Levels of description in the analysis of addition and subtraction word problems. En *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (pp. 25-38). Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781003046585-3>
- OCDE (2013). *PISA 2012, Marco de Evaluación*. Obtenido de: <https://www.oecd.org/pisa/89337410.pdf>
- OCDE (2016). *PISA 2015, Marco de Evaluación*. Obtenido de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>
- Orrantia, J. (2003). El rol del conocimiento conceptual en la resolución de problemas aritméticos con estructura aditiva. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 26(4), 451-468. <https://doi.org/10.1174/021037003322553842>
- Orrantia, J., Morán, M.C. y Gracia, A.D. (1997). Evaluación y zona de desarrollo próximo: una aplicación a contenidos procedimentales. *Cultura y Educación*, 6/7, 39-56. <https://doi.org/10.1174/113564097761403481>
- Orrantia, J., González, L.B. y Vicente, S. (2005). Análisis de los problemas aritméticos en los libros de texto de Educación Primaria. *Infancia y Aprendizaje*, 28(4), 429-451. <http://hdl.handle.net/10366/22530>
- Österholm, M. (2007). A reading comprehension perspective on problem solving. En C. Bergsten y B. Grevholm (Eds.). *Developing and Researching Quality in Mathematics Teaching and Learning. Proceedings of MADIF 5, the 5th Swedish Mathematics Education Research Seminar*, (pp. 136-145).
- Pepin, B., Gueudet, G. y Trouche, L. (2013). Investigating textbooks as crucial interfaces between culture, policy and teacher curricular practice: two contrasted case studies in France and Norway. *ZDM*, 45(5), 685-698. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0526-2>
- Rico, L. (1995). *Conocimiento numérico y formación del profesorado. Discurso de apertura curso académico 1995-1996*. Universidad de Granada.
- Rico, L., Marín, A., Lupiáñez, J.L. y Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas escolares en secundaria. El caso de los Números Naturales. *Suma*, 58, 7-23.
- Riley, N.S., Greeno, J. y Heller, J.I. (1983). Development of children's problem solving ability in arithmetic. En H.P. Ginsburg (Ed.). *The development of mathematical thinking* (pp. 153-196). Academic Press.

- Riley, M.S. y Greeno, J.G. (1988). Developmental analysis of understanding language about quantities and solving problems. *Cognition and instruction*, 5, 49-101. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0501_2
- Rodríguez-Nieto, C.A., Navarro, C., Castro Inostroza, A.N. y García-González, M.S. (2019). Estructuras semánticas de problemas aditivos de enunciado verbal en libros de texto mexicanos. *Educación Matemática*, 31(2), 75-104. <https://doi.org/10.24844/em3102.04>
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2011). *Planes y Programas de Estudio*. Obtenido de: <http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/index.php/prog-primaria>
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2017). *Aprendizajes Clave*. Obtenido de: <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/index-Descargas.html>
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019a). *Matemáticas, Primer grado*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019b). *Matemáticas, Segundo grado*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019c). *Desafíos matemáticos, Tercer grado*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019d). *Desafíos matemáticos, Cuarto grado*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019e). *Desafíos matemáticos, Quinto grado*. SEP.
- Secretaría de Educación Pública, Gobierno de México (2019f). *Desafíos matemáticos, Sexto grado*. SEP.
- Stoyanova, E. (1998). Problem posing in mathematics classrooms. En A. McIntosh y N. Ellerton (Eds.). *Research in Mathematics Education: a contemporary perspective* (pp. 164-185). Edit. Cowan University.
- Van Zanten, M. y van den Heuvel-Panhuizen, M. (2018). Opportunity to learn problem solving in Dutch primary school mathematics textbooks. *ZDM Mathematics Education* 50, 827-838. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0973-x>
- Vergnaud, G. (1982). A Classification of Cognitive Tasks and Operation of Thought Involved in Additions and Subtraction Problems. En T.P. Carpenter, J.M. Moser y T.A. Romberg (Eds.). *Addition and Subtraction: a Cognitive Perspective* (pp. 39-59). Lawrence Erlbaum.
- Vicente, S., Verschaffel, L. y Muñoz, D. (2021) Comparison of the level of authenticity of arithmetic word problems in Spanish and Singaporean textbooks. *Culture and Education*, 33(1), 106-133. <https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1859738>
- Zerafa, E. (2016). Language Influence on Solving Arithmetic Word Problems. *Malta Review of Educational Research*, 2(10), 201-222.