

Instrumentos para la evaluación del sentido numérico en los primeros años de aprendizaje matemático

Instruments for the assessment of number sense in the early years of mathematical learning

NATIVIDAD ADAMUZ-POVEDANO, ELVIRA FERNÁNDEZ-AHUMADA,
ENRIQUE MARTÍNEZ-JIMÉNEZ Y MANUEL TORRALBO-RODRÍGUEZ
Universidad de Córdoba

Resumen

En el ámbito de la investigación en educación matemática, la importancia del sentido numérico ha estado presente desde hace décadas. Sin embargo, a pesar de esta larga trayectoria, no se ha llegado a un consenso sobre su definición. En la mayoría de los casos, los autores se limitan a dar un listado de indicadores que evidencian el grado de desarrollo en relación con las competencias numéricas. Por otro lado, recientemente, tanto marcos normativos como referentes universales han puesto de manifiesto la importancia de fomentar el sentido numérico desde los primeros años de aprendizaje. Por ello, se hace necesario disponer de instrumentos que permitan medir y evaluar la adquisición y desarrollo de esta competencia matemática en escolares. En este trabajo, se ofrece una revisión bibliográfica sobre los instrumentos existentes en la literatura con los que medir las diferentes dimensiones que constituyen esta importante componente del conocimiento matemático.

Palabras clave: alfabetización matemática, sentido numérico, evaluación, test

Abstract

In the field of Mathematics Education research, the importance of number sense has been present for decades. However, despite this long history, no consensus has been reached on its definition. In most cases, authors limit themselves to giving a list of indicators that show the degree of development in relation to numeracy skills. On the other hand, recently, both regulatory

frameworks and universal references and have highlighted the importance of fostering number sense from the earliest years of learning. For this reason, it is necessary to have instruments to measure and assess the acquisition and development of this mathematical competence in schoolchildren. This work offers a bibliographical review of the existing instruments in the literature with which to measure the different dimensions that make up this important component of mathematical knowledge.

Keywords: numeracy, number sense, assessment, test

1. Introducción

La aritmética escolar recibe un tratamiento privilegiado dentro de los bloques de contenidos del área de matemáticas en la etapa de Educación Primaria. En cierto modo, tiene su razón de ser, ya que la aritmética tiene valor en sí misma y, además, sirve de soporte para el aprendizaje de otros contenidos matemáticos. No obstante, para conseguir esa transferencia necesaria a otros bloques de contenidos, se deben generar oportunidades de aprendizaje que tienen que ir mucho más allá de un entrenamiento instrumental del cálculo escrito, que es a lo que se reduce en muchas ocasiones la enseñanza-aprendizaje de la aritmética escolar. En ese sentido, no podemos perder de vista que el modelo de aprendizaje actual está basado en el desarrollo de competencias; por tanto, el objetivo principal de la matemática escolar no es que nuestros estudiantes sean eficientes calculadoras humanas, sino procurar su alfabetización matemática, entendiendo esta como:

[...] la capacidad de un individuo para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios bien fundamentados y usar e implicarse con las matemáticas en aquellos momentos en que se presenten necesidades para su vida individual como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo. (Rico, 2005, p. 9)

En el ámbito de la educación matemática aparece el término de *sentido matemático escolar* (Lupiañez y Rico, 2015), muy vinculado al de *competencia matemática*. Dentro del sentido matemático, se establece la distinción entre cuatro sentidos: sentido nu-

mérico, sentido de la medida, sentido espacial y sentido estocástico. En este capítulo nos centramos en el sentido numérico, tratando de elaborar una revisión de la literatura en torno a este término y los distintos instrumentos que lo miden y evalúan.

2. Sentido numérico

La primera vez que aparece en la literatura científica el término *sentido numérico* es de la mano de Tobías Dantzig (1954), haciendo referencia a una habilidad que posee la persona a través de la cual puede reconocer cambios en pequeñas colecciones de elementos, incluso sin poseer conocimientos relacionados con el conteo o la secuencia verbal. Desde entonces, pero sobre todo a partir de los años ochenta, encontramos numerosos autores que tratan de delimitar el concepto o constructo de *sentido numérico* (Adamuz-Povedano y Bracho-López, 2019). Prueba de ello es el incremento de trabajos publicados con el término de *sentido numérico* en el título, desde los 13 artículos publicados en la década de los noventa hasta los 71 artículos publicados desde 2010 a 2016 (Whitacre *et al.*, 2020), o los 103 que encontramos haciendo una búsqueda simple en la base de datos SCOPUS en el intervalo de años del 2017 al 2021.

Haciendo un análisis de esa literatura, se encuentran numerosos trabajos que ponen de manifiesto las dificultades para definir el término (Andrews y Sayers, 2015; Berch, 2005; Dunphy, 2006; Howell y Kemp, 2005; Lago y DiPerna, 2010; McIntosh *et al.*, 1992, Sowder, 1992). En general, se distinguen dos grandes corrientes en relación con el sentido numérico. Por un lado, está la corriente de los científicos cognitivos y, por otro, la de los educadores matemáticos. Según Berch (2005), ambas corrientes conciben el sentido numérico de forma distinta considerando dos órdenes; un orden inferior que considera al sentido numérico como un sentido de la cantidad perceptual innato, como algo que forma parte de nuestro legado genético, y un orden superior que considera el sentido numérico como un sentido conceptual adquirido a través de la experiencia. Este autor comparte la idea de Dehaene (2011) en relación con la necesidad de hipotetizar sobre un sentido numérico único, en lugar de concebirlo como constituido por retales de representaciones y habilidades.

Castro y Segovia (2015), desde la perspectiva de la educación matemática, lo definen como:

[...] una competencia cognitiva que se adquiere y se desarrolla gradualmente mediante la actividad en el campo numérico, como resultado de explorar números y relacionarlos con procedimientos que se limiten solo a los algoritmos tradicionales. (p. 111)

Desde esta misma perspectiva de la Educación Matemática, McIntosh *et al.* (1992) afirman que es un término difícil de describir, aunque reconocible en la acción, y que el debate debería basarse en alcanzar una definición, caracterización o modelo que describa el sentido numérico de forma clara y completa. Consideran que cuanto más claramente se entienda el sentido numérico, más probable será el progreso en la investigación, así como en el desarrollo del currículo y la instrucción.

Por su parte, Andrews y Sayers (2015), fruto de la revisión bibliográfica hecha con relación a este término, identifican tres perspectivas distintas aunque relacionadas entre sí: *sentido numérico preverbal*, que refleja percepciones numéricas que son innatas a todos los humanos y comprende la comprensión de pequeñas cantidades de manera que permiten la comparación (estaría en sintonía con lo que Berch (2005) había considerado como orden inferior), *sentido numérico funcional*, que engloba aquellos conocimientos relacionados con los números que requieren instrucción y que suelen producirse durante los primeros años de la escuela y, por último, el *sentido numérico aplicado*, que se refiere a un conjunto de conocimientos básicos relacionados con los números, que impregnan todo el aprendizaje de las matemáticas, considerándose como necesario para todos los adultos, independientemente de su profesión, y cuya adquisición por parte de todos los estudiantes debería ser uno de los principales objetivos de la enseñanza obligatoria (McIntosh *et al.*, 1992).

En todos los casos vistos hasta ahora, los autores consideran que el sentido numérico surge como conceptualizaciones o interpretaciones de un mismo constructo. En contraposición, Whittacre *et al.* (2020), en una revisión de la literatura de más de 140 artículos, concluyen que se trata de un problema de polisemia y bajo el término de *sentido numérico* se incluyen tres constructos diferentes que ellos denominan *sentido numérico aproximado*

(SNA), *sentido numérico temprano* (SNT) y *sentido numérico maduro* (SNM).

El SNA está incluido dentro de las habilidades neurológicas que tenemos al nacer, por lo cual está relacionado con el orden inferior establecido por Berch (2005) y con el sentido numérico preverbal de Andrews y Sayers (2015). Tiene que ver con la percepción y la discriminación de cantidades más que con un conocimiento explícito de los nombres y símbolos de los números. Dentro de este constructo estarían los trabajos de Dehaene (2001) o Geary *et al.* (2015), entre otros. Las habilidades neurológicas asociadas al SNA son la subitización, la discriminación cardinal y el uso de la línea numérica mental. En los trabajos relacionados con este constructo, se observa que se evalúa de distinta forma dependiendo de la población de estudio. Por ejemplo, en el caso de los bebés se analiza la cantidad de atención prestada ante un cambio de cantidad observada, habiendo un movimiento de elementos que se quitan o se añaden (Libertus y Brannon, 2009). En el caso de niños y adultos, se suelen centrar en las habilidades de los participantes para discriminar cantidades de dos conjuntos, pero en este caso ante una situación estática (Halberda y Feigenson, 2008). También hay investigaciones en las que se hacen mediciones neurológicas para ver la actividad cerebral durante el desarrollo de una tarea.

El SNT incluye habilidades aprendidas que involucran un conocimiento explícito de los números, como contar elementos o relacionar números representados simbólicamente con numerales. Se le considera un importante predictor del éxito escolar en la escuela (Jordan *et al.*, 2009), de forma que las habilidades del SNT están en consonancia con las matemáticas escolares en los primeros años de aprendizaje, a pesar de que también se adquieren en contextos informales. Relacionados con este constructo, encontramos los trabajos de Andrews y Sayers (2015), Howell y Kemp (2010) o Jordan *et al.* (2010), entre otros. Aunque no hay un claro consenso entre autores, podemos señalar que aquí se encuentran fundamentalmente las capacidades de reconocimiento de números, conteo, reconocimiento de patrones numéricos, comparación de números, realización de operaciones aritméticas, conceptos de *medición* y *estimación*. En el siguiente apartado, veremos que las pruebas que se diseñan para medir este

sentido numérico temprano se elaboran en función de las habilidades propuestas en cada caso por los autores.

Por último, el SNM se centra en hábitos mentales y formas de comportarse matemáticamente que se consideran deseables, como la manipulación flexible de los números. Abarca el sentido numérico de los números racionales y los estudios encontrados se centran fundamentalmente en grados intermedios y formación inicial de profesorado (Markovits y Sowder, 1994; McIntosh *et al.*, 1992; Yang y Jan, 2019). Las descripciones de los autores tienden a articularse en torno a componentes, considerándose como una definición apropiada la dada por McIntosh *et al.* (1992):

El sentido numérico se refiere a la comprensión general de los números y las operaciones por parte de una persona, junto con la capacidad y la inclinación para utilizar esta comprensión de manera flexible para hacer juicios matemáticos y desarrollar estrategias útiles para manejar los números y las operaciones. Refleja la inclinación y la capacidad de utilizar los números y los métodos cuantitativos como medio para comunicar, procesar e interpretar la información. (p. 3)

En este caso, se observa que el sentido numérico maduro no está alineado con la matemática escolar, en el sentido de que cuanto más aferrados están los estudiantes a los procedimientos estándar menos componentes del SNM exhiben (Reys *et al.*, 1999; Reys y Yang, 1998).

3. Instrumentos de evaluación del sentido numérico en los primeros años de aprendizaje

No cabe duda de que, dado que las habilidades numéricas tempranas son vitales para el aprendizaje posterior de las matemáticas (Aunio, 2019; Jordan *et al.*, 2009), resulta necesario contar con herramientas de evaluación adecuadas que ofrezcan información detallada sobre el rendimiento y desarrollo de los escolares (Purpura y Lonigan, 2015) y permitan a los docentes planificar instrucciones e intervenciones específicas (Aunio, 2019).

Entre la tipología de instrumentos existentes, Purpura *et al.* (2015) distinguen aquellos que llevan a cabo medidas discretas, evaluando componentes individuales y habilidades matemáticas específicas, frente a aquellos que realizan medidas de contenido amplio centrándose en múltiples componentes matemáticos. Foegen *et al.* (2007) indican que una herramienta que cubra una gama más amplia de contenidos podría ser un medio más idóneo para evaluar las habilidades matemáticas tempranas en escolares, ya que estas, particularmente en los primeros años, se desarrollan como una secuencia de conceptos y habilidades conectadas (National Mathematics Advisory Panel, 2008).

Los instrumentos que se presentan en este apartado están, en su mayoría, enfocados a la evaluación tanto del sentido numérico temprano como del sentido numérico maduro, según el planteamiento de Whitacre *et al.* (2020), ya que consideramos que son los de mayor interés en el ámbito de la educación matemática, precisamente por el hecho de ser sentidos que se pueden adquirir y aprender. Algunos de los instrumentos que se presentan no son específicos de sentido numérico, pero abordan algunas de sus dimensiones dentro de una evaluación más amplia. Para la exposición de los instrumentos se ha seguido un orden cronológico.

Uno de los primeros instrumentos encontrados en la literatura es el de los autores Okamoto y Case (1996), que indagaron en el desarrollo de la comprensión numérica central de 6 a 10 años de edad. En el proceso de desarrollo de un instrumento que midiera dicha comprensión, en el primer nivel, situaron ítems que reflejaran un *pensamiento unidimensional*, en concreto, los ítems se diseñaron para contrastar la existencia de una línea numérica mental. De esta forma, en el primer nivel encontramos preguntas como: «¿Qué número viene después del 7?», «¿Qué número está antes cuando cuentas hacia delante desde 0, 8, 5, 2 o 6?», «¿Qué número está antes cuando cuentas hacia atrás desde 10, 6, 4, 2 o 9?», «¿Qué número es mayor 7 o 9?» o «¿Qué número está más cerca del 5: el 6 o el 2?». En un segundo nivel, contemplaron ítems que reflejaran un *pensamiento bidimensional* que permitiera a los estudiantes adquirir dos comprensiones conceptuales: (i) la relación (aditiva) entre la columna de las unidades y la columna de las decenas en el sistema de numeración decimal y (ii) la diferencia numérica. Para la primera comprensión, encontra-

mos preguntas como: «¿Qué número está cuatro números antes del 60?», «¿Qué número está cinco números después del 49? o «¿Cuál crees que es el número mayor de dos cifras?». En el caso de la segunda, se encuentran ejemplos como: «¿Cuántos números hay entre 3 y 9?» y «¿Cuál es la diferencia entre 8 y 3?». En el último nivel, consideraron ítems que reflejaran un *pensamiento bidimensional integrado*, de forma que los niños y niñas que los superaran estarían demostrando: (i) una comprensión conceptual integrada de todo el sistema de numeración, es decir, entienden que el principio aditivo se aplica de forma que diez decenas son una centena, diez centenas son una unidad de millar... (p. ej.: «¿Qué número está diez números después que el 99?», «¿Qué número está nueve números después que el 999?»), (ii) una comprensión de situaciones donde dos variables se compensan en una operación entre ellas de manera sustractiva (p. ej.: «Este número es el 4 y el otro número no lo conocemos. Si la diferencia entre los dos números es 3, ¿cuál es el número que falta?», y (iii) la comprensión de que las reglas aditivas se extienden a otros sistemas como el dinero y el tiempo (p. ej.: «¿Qué está más cerca de 25,35 €: 20,00 € o 30,00 €?»). Las características de este instrumento, contemplando los tres niveles que presenta, lo hacen adecuado para la evaluación del sentido numérico tanto temprano como maduro.

Un instrumento ampliamente utilizado es el denominado *Early Numeracy Test* (ENT) de Utrecht (Van de Rijt *et al.*, 1999). Como se desprende de su nombre, se trata de una evaluación del nivel de desarrollo de alfabetización numérica en niños y niñas de 4 a 7 años. Se administra individualmente, con base en una entrevista con cada niño o niña de entre 20 y 30 minutos. En la primera versión, sus autores distinguieron ocho dominios matemáticos, de conocimiento numérico y no numérico de las cantidades (habilidades numéricas de naturaleza cognitiva y habilidades relacionales de tipo piagetiano, respectivamente). Dichos dominios se centraron en conceptos de *clasificación*, *correspondencia uno a uno*, *seriación*, *comparación*, *conteo verbal*, *conteo estructurado*, *conteo resultante* y *comprensión general de los números*. En una versión posterior, se añadió el dominio de *estimación*, el cual ya aparece recogido en distintas validaciones que se han hecho de este instrumento en otros países (Araujo *et al.*, 2013; Benvenuto y González, 2017; Güven, 2019). Dadas las dimensiones abor-

dadas, este test resultaría idóneo para la evaluación del sentido numérico temprano.

Con el objetivo de medir el conocimiento matemático global, Ginsburg y Baroody (2003) diseñaron el *Test de Capacidades Matemáticas Tempranas* cuya versión más reciente se corresponde con su tercera edición (*Test of Early Mathematics Ability – 3.ª ed., TEMA-3*). Este test mide habilidades vinculadas con la matemática informal y formal. En relación con la primera, el test consta de 41 ítems relacionados con *numeración* (secuencia verbal ascendente y descendente, cardinal de un conjunto, secuencia partida, contar verbalmente de n en n), *comparación de cantidades* (juzgar, sin contar, qué colección es mayor; orden; distancias relativas), *cálculo informal* (suma como transformación de una colección en otra mayor, contar a partir del primer sumando, la suma $n+1$ es el número siguiente a n) y *conceptos* (principios de cardinalidad y de conservación, relación partes-todo). En lo que respecta a la matemática formal, los 31 ítems del test versan sobre *convencionalismos* (lectoescritura de cantidades), *hechos numéricos* (conocer el resultado de operaciones sencillas, conmutatividad, dobles pequeños), *cálculo formal* (operaciones de sumas y restas de dificultad creciente) y *comprensión del sistema de numeración decimal* (reconocer el «10» como número clave, reconocer las equivalencias entre los distintos órdenes de magnitud, conmutatividad de la suma). Este test se puede aplicar en escolares de entre 3 y 8 años, con base en una entrevista individual que puede durar entre 30 y 40 minutos. Aunque sus autores lo diseñaron para evaluar el conocimiento matemático global, su análisis nos lleva a encuadrarlo como idóneo para la evaluación del sentido numérico temprano.

Por su parte, el test *Child Math Assessment (CMA)* fue desarrollado para evaluar los conocimientos matemáticos informales de los niños y niñas de 3 a 5 años en una amplia gama de conceptos (Starkey *et al.*, 2004). De esta forma, el CMA está compuesto por 16 tareas que evalúan el conocimiento matemático informal en subáreas que incluyen el número, la aritmética, el espacio/geometría, la medida, los patrones y las relaciones lógicas. Las tareas que evalúan el conocimiento numérico son: conteo de objetos, conteo de un subconjunto, conocimiento del orden de los números, comparación de números, términos numéricos ordinales y reproducción de números. Las tareas aritméticas se cen-

traron en suma y resta con objetos concretos, suma y resta sin objetos concretos y suma de dos conjuntos. Este test está concebido para administrarlo individualmente en dos sesiones de 20-30 minutos realizadas en días distintos. La primera sesión se destina a las tareas numéricas y aritméticas, y la segunda sesión a las demás. Tanto las tareas de conocimiento numérico como de aritmética contemplan algunos de los componentes recogidos en el constructo de sentido numérico temprano.

En el contexto del diseño de una intervención para el aula de matemáticas, Wright *et al.* (2006) desarrollaron el conocido como *Learning framework in Number* (LFIN) para guiar la evaluación y la enseñanza de las matemáticas en los primeros años de aprendizaje. Entre las distintas partes de las que consta, los autores consideran que las etapas de aprendizaje de la aritmética son las más importantes, al estar vinculadas a la sofisticación de las estrategias que los escolares utilizan para contar, sumar y restar. Para la evaluación de esta parte, los autores distinguen nueve grupos de tareas: 1) secuencia verbal ascendente, 2) número posterior, 3) identificación de numerales, 4) reconocimiento de numerales, 5) secuencia verbal descendente, 6) número anterior, 7) orden de numerales, 8) sumas y 9) restas. Esta evaluación también se basa en una entrevista individualizada y el instrumento completo puede aplicarse para escolares de edad entre 4 y 9 años. Al igual que en el caso anterior, las tareas vinculadas con la aritmética en este instrumento reflejan algunos de los componentes contemplados en el sentido numérico temprano.

Los autores del instrumento *Research-based Early Mathematics Assessment* (REMA) (Clements *et al.*, 2008) pretendían diseñar una herramienta para medir los conocimientos y habilidades matemáticas de los niños y niñas de Educación Infantil (3-5 años) que abarcara ideas centrales y las áreas de destreza de las matemáticas consistentes con el pensamiento de los niños y niñas y generadoras de futuros aprendizajes. Estas áreas fueron: el número, que incluía el conteo verbal, el conteo de objetos, el reconocimiento de números y la subitización, la comparación de números, la secuenciación de números, el reconocimiento de números, la composición y descomposición de números, y la suma y la resta; la geometría; la medida; y los patrones. En este instrumento, los conceptos y procesos generales, como el pensamiento parte-todo, y los correspondientes procesos de composición y

descomposición, clasificación y seriación se entrelazaron en varias áreas. La clasificación se tomó como la habilidad fundacional apropiada para el dominio del análisis de datos; ningún otro concepto o habilidad de áreas como el análisis de datos, la probabilidad o las fracciones superó los criterios de selección para este nivel de edad. Este instrumento se diseñó para ser administrado de forma individual a partir de una entrevista que puede durar hasta 60 minutos por niño o niña. Aunque se trata de un instrumento cuyo objetivo es la medida del conocimiento matemático en un sentido amplio, las dimensiones que presenta en el área del número resultan muy adecuadas para la evaluación del sentido numérico aproximado y temprano.

Entre los instrumentos que claramente aluden a la evaluación del sentido numérico, destacan los de los autores Yang *et al.* (2008) y Li y Yang (2010) para niveles de 3.º y 5.º de Educación Primaria, respectivamente. En el caso de 3.º, Yang *et al.* (2008) destacan 5 componentes del sentido numérico, que enumeran en orden según su importancia para este nivel de edad, a saber: 1) comprensión del significado de los números; 2) capacidad de usar distintas representaciones de los números y las operaciones; 3) capacidad para componer y descomponer números; 4) capacidad para juzgar la racionalidad de los resultados de los cálculos, y 5) reconocer el tamaño relativo de los números. Para el nivel de 5.º, Li y Yang (2010) mantienen esos mismos componentes, a excepción de la capacidad para componer y descomponer números. Adicionalmente, el componente que hace referencia al reconocimiento del tamaño relativo de los números pasa al primer lugar en orden de importancia, mientras que el que alude a la comprensión del significado de los números es considerado en último lugar, pues reconocen que conforme los estudiantes acumulan conocimiento matemático, este componente pasa a un segundo plano, sin dejar de ser importante para estudiantes de 5.º nivel. Estos dos instrumentos están diseñados para ser contestados en línea, haciendo uso de un dispositivo electrónico. Además, en ambos casos, para cada pregunta, se pide indicar brevemente el porqué de la respuesta seleccionada, con el objetivo de detectar las ideas erróneas que subyacen a las preguntas contestadas incorrectamente. Al igual que en el caso de Okamoto y Case (1996), estos dos instrumentos resultan muy adecuados tanto para la evaluación del sentido numérico

temprano como, especialmente, para la del sentido numérico maduro.

Aludiendo de forma específica también al sentido numérico, Jordan *et al.* (2008) diseñaron un instrumento con el que poder predecir riesgos de desarrollar dificultades de aprendizaje en matemáticas en niños y niñas de entre 4 y 6 años. En su propuesta contemplan tres dimensiones: 1) habilidades y principios de conteo, así como capacidad para reconocer los números, 2) conocimiento de los números, y 3) operaciones numéricas, que incluyen cálculo no verbal, combinaciones de números y problemas de enunciado verbal. Se trata de un instrumento que se administra individualmente con una duración en torno a 30 minutos, aunque los autores trabajaron posteriormente en una versión reducida (Jordan *et al.*, 2012). La definición de *sentido numérico* que dan estos autores (habilidades interrelacionadas que implican números y operaciones; contar elementos en un conjunto hasta al menos cinco con el conocimiento de que la palabra final de la cuenta indica cuántos hay en el conjunto; discriminar entre cantidades pequeñas; comparar magnitudes numéricas y transformar conjuntos con totales de 5 o menos añadiendo o quitando elementos), así como las dimensiones contempladas en su instrumento, nos lleva a encuadrar el mismo como idóneo para la evaluación del sentido numérico temprano.

La herramienta desarrollada por Geary *et al.* (2009), *Number Sets Test*, tenía como objetivo la identificación precoz de dificultades en el aprendizaje matemático. Para ello, consideraban que dicha herramienta debía centrarse en las competencias básicas que definen el conocimiento cuantitativo antes del ingreso en la escuela. Entre esas competencias incluyen al sentido numérico apuntando que, si bien sigue habiendo desacuerdos en cuanto a su definición y alcance, como mínimo, implica la capacidad para identificar inmediatamente el valor numérico asociado a pequeñas cantidades, facilidad en el uso del recuento para cuantificar pequeños conjuntos de objetos y para sumar y restar pequeñas cantidades a y desde estos conjuntos, además de una destreza en la aproximación de las magnitudes de pequeños números de objetos y de operaciones numéricas simples. De esta forma, incluyeron cuatro bloques de tareas matemáticas que consistían en: 1) determinación con la mayor rapidez y precisión posible si los pares o tríos de conjuntos de objetos, núme-

ros arábigos o una combinación de ellos coincidían con un número objetivo; 2) estimación de la posición de números en líneas numéricas vacías; 3) conteo, y 4) evaluación de la estrategia de adición seguida para sumas presentadas horizontalmente de menor (p. ej.: $3 + 6$) y mayor complejidad ($9 + 15$). El test se diseñó para administrarlo grupalmente, con lápiz y papel y con una duración de alrededor de 10 minutos. Por sus características, este test parece adecuado para la evaluación del sentido numérico temprano.

A modo de resumen, la tabla 1 presenta la clasificación de los trabajos revisados en función del sentido numérico en el que se centran de una forma mayoritaria, según los constructos identificados por Whitacre *et al.* (2020).

Tabla 1. Clasificación de los trabajos revisados según Whitacre *et al.* (2020).

Sentido numérico temprano	Sentido numérico maduro
Van de Rijt <i>et al.</i> (1999)	Okamoto y Case (1996)
Ginsburg y Baroody (2003)	Yang <i>et al.</i> (2008)
Starkey <i>et al.</i> (2004)	Li y Yang (2010)
Wright <i>et al.</i> (2006)	
Clements <i>et al.</i> (2008)	
Jordan <i>et al.</i> (2008)	
Geary <i>et al.</i> (2009)	

4. A modo de conclusión

En este estudio se han analizado aportaciones científicas relacionadas con el término de *sentido numérico* en el ámbito de la educación matemática. Tras la revisión realizada, se ha puesto de manifiesto la dificultad existente para alcanzar un consenso en cuanto a la definición de dicho término pudiendo clasificarse la literatura existente en torno a dos grupos. Por un lado, autores que consideran el sentido numérico como un único constructo del que se hacen distintas interpretaciones y, por otro, autores que lo consideran un término polisémico con el que se puede aludir a más de un constructo.

La falta de consenso en cuanto a la definición ha originado una amplia variedad de instrumentos que presentan diferencias

en las dimensiones que evalúan, según la definición de *sentido numérico* considerada por cada autor. El análisis de dichos instrumentos nos lleva a concluir que, mientras que proliferan los instrumentos centrados en la evaluación del sentido numérico temprano, fundamentalmente para edades comprendidas entre 3 y 8 años, son mucho menos numerosos los instrumentos existentes para la evaluación del denominado *sentido numérico maduro*.

También se observa que todos los instrumentos analizados se acercan a la evaluación del sentido numérico desde un enfoque cuantitativo. Sin embargo, dado que hay consenso en considerar el sentido numérico como algo fácilmente observable, es decir, resulta evidente cuando en una persona se denota su desarrollo, parece razonable abordar en trabajos futuros instrumentos que traten de evaluarlo desde un enfoque cualitativo.

5. Referencias

- Adamuz-Povedano, N. y Bracho-López, R. (2019). Desarrollo del sentido numérico. En: García-Pérez, M. T. y Adamuz-Povedano, N. (eds.). *Del número al sentido numérico y de las cuentas al cálculo táctico* (pp. 13-30). Octaedro.
- Andrews, P. y Sayers, J. (2015). Identifying Opportunities for Grade One Children to Acquire Foundational Number Sense: Developing a Framework for Cross Cultural Classroom Analyses. *Early Childhood Education Journal*, 43(4), 257-267. <https://doi.org/10.1007/s10643-014-0653-6>
- Araujo, A. M., Ruiz, G., Aguilar, M., Aragón, E. L. y Navarro, J. I. (2013). «Early Mathematical Competence Test-R»: una herramienta multimedia para la evaluación del aprendizaje matemático temprano / «Early Mathematical Competence Test-R»: A Multimedia Tool for Assessing the Early Mathematical Competence. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 2(2). <https://doi.org/10.37467/gka-revtechno.v2.1279>
- Aunio, P. (2019). Early Numeracy Skills Learning and Learning Difficulties—Evidence-based Assessment and Interventions. En: Geary, D. C., Berch, B. y Mann Koepke, K. (eds.). *Cognitive Foundations for Improving Mathematical Learning* (vol. 5, pp. 195-214). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815952-1.00008-6>

- Benvenuto, G. y González, I. (2017). Evaluación de la matemática temprana mediante la primera validación italiana del Early Numeracy Test-Revised (ENT-R). *ECPS - Educational, Cultural and Psychological Studies*, 1(15), 127-142. <https://doi.org/10.7358/ecps-2017-015-gonz>
- Berch, D. B. (2005). Making Sense of Number Sense: Implications for Children With Mathematical Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339.
- Castro, E. y Segovia, I. (2015). Sentido numérico. En: Flores, P. y Rico, L. (coords.). *Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en Educación Primaria* (pp. 109-126). Pirámide.
- Clements, D. H., Sarama, J. H. y Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: The Research-Based Early Maths Assessment. *Educational Psychology*, 28(4), 457-482. <https://doi.org/10.1080/01443410701777272>
- Dantzig, T. (1954). *Number: The language of science*. MacMillan.
- Dehaene, S. (2001). Precipice of The Number Sense. *Mind and Language*, 16(1), 16-36. <https://doi.org/10.1111/1468-0017.00154>
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford University Press.
- Dunphy, E. (2006). The development of young children's number sense through participation in sociocultural activity: Profiles of two children. *European Early Childhood Education Research Journal*, 14(1), 57-76. <https://doi.org/10.1080/13502930685209811>
- Foegen, A., Jiban, C. y Deno, S. (2007). Progress Monitoring Measures in Mathematics. *The Journal of Special Education*, 41(2), 121-139. <https://doi.org/10.1177/00224669070410020101>
- Geary, D. C., Bailey, D. H. y Hoard, M. K. (2009). Predicting Mathematical Achievement and Mathematical Learning Disability with a Simple Screening Tool. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 265-279. <https://doi.org/10.1177/0734282908330592>
- Geary, D. C., Berch, D. B. y Koepke, K. M. (2015). *Evolutionary Origins and Early Development of Number Processing*. Academic Press.
- Ginsburg, H. P. y Baroody, A. J. (2003). *Test of Early Mathematics Ability* [3.ª ed.]. Pro-Ed.
- Güven, G. (2019). Developing preschool activities to support children's cognitive skills and examining their effectiveness. *Universal Journal of Educational Research*, 7(4), 909-922. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070401>
- Halberda, J. y Feigenson, L. (2008). Developmental change in the acuity of the «number sense»: The approximate number system in 3-, 4-,

- 5-, and 6-year-olds and adults. *Developmental Psychology*, 44(5), 1457-1465. <https://doi.org/10.1037/a0012682>
- Howell, S. C. y Kemp, C. (2005). Defining Early Number Sense: A participatory Australian study. *Educational Psychology*, 25(5), 555-571. <https://doi.org/10.1080/01443410500046838>
- Howell, S. C. y Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology*, 30(4), 411-429. <https://doi.org/10.1080/01443411003695410>
- Jordan, N. C., Glutting, J. J. y Dyson, N. (2012). *Number Sense Screener™ (NSS™) User's Guide, K - 1, Research Edition*. Brookes.
- Jordan, N. C., Glutting, J. y Ramineni, C. (2008). A Number Sense Assessment Tool for Identifying Children at Risk for Mathematical Difficulties. En: *Mathematical Difficulties* (pp. 45-58). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-012373629-1.50005-8>
- Jordan, N. C., Glutting, J. y Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.07.004>
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C. y Locuniak, M. N. (2009). Early math matters: Kindergarten number competence and later mathematics outcomes. *Developmental Psychology*, 45(3), 850-867. <https://doi.org/10.1037/a0014939>
- Lago, R. M. y DiPerna, J. C. (2010). Number sense in kindergarten: A factor-analytic study of the construct. *School Psychology Review*, 39(2), 164-180.
- Li, M. N. F. y Yang, D.-C. (2010). Development and Validation of a Computer-Administered Number Sense Scale for Fifth-Grade Children in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 110(4), 220-230. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00024.x>
- Libertus, M. E. y Brannon, E. M. (2009). Behavioral and Neural Basis of Number Sense in Infancy. *Current Directions in Psychological Science*, 18(6), 346-351. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01665.x>
- Lupiáñez, J. L. y Rico, L. (2015). Aprender las matemáticas escolares. En: Flores, P. y Rico, L. (eds.). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria* (pp. 41-60). Pirámide.
- Markovits, Z. y Sowder, J. (1994). Developing Number Sense: An Intervention Study in Grade 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(1), 4-29.

- McIntosh, A., Reys, B. J. y Reys, R. E. (1992). A Proposed Framework for Examining Basic Number Sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2-8.
- National Mathematics Advisory Panel (2008). Foundations for Success: The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel. En: *Education Publications Center, U.S. Department of Education*. <http://edr.sagepub.com/content/37/9/645.full>
- Okamoto, Y. y Case, R. (1996). Exploring the microstructure of children's central conceptual structures in the domain of number. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61(1-2), 27-58. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5834.1996.tb00536.x>
- Purpura, D. J. y Lonigan, C. J. (2015). Early Numeracy Assessment: The Development of the Preschool Early Numeracy Scales. *Early Education and Development*, 26(2), 286-313. <https://doi.org/10.1080/10409289.2015.991084>
- Purpura, D. J., Reid, E. E., Eiland, M. D. y Baroody, A. J. (2015). Using a brief preschool early numeracy skills screener to identify young children with mathematics difficulties. *School Psychology Review*, 44(1), 41-59. <https://doi.org/10.17105/SPR44-1.41-59>
- Reys, R., Reys, B., Emanuelsson, G., Johansson, B., McIntosh, A. y Yang, D. C. (1999). Assessing Number Sense of Students in Australia, Sweden, Taiwan, and the United States. *School Science and Mathematics*, 99(2), 61-70. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1999.tb17449.x>
- Reys, R. y Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth and eighth grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(2), 225-237.
- Rico, L. (2005). La alfabetización matemática y el proyecto PISA de la OCDE en España. *Revista de Madres y Padres Del Alumnado*, 82(abril), 1-13.
- Sowder, J. (1992). Estimation and Number Sense. En: Grouws, D. A. (ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 371-389). National Council of Teachers of Mathematics.
- Starkey, P., Klein, A. y Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 99-120. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2004.01.002>
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H. y Pennings, A. H. (1999). The construction of the utrecht early mathematical competence scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59(2), 289-309.

- Whitacre, I., Henning, B. y Atabaş, S. (2020). Disentangling the Research Literature on Number Sense: Three Constructs, One Name. *Review of Educational Research*, 90(1), 95-134. <https://doi.org/10.3102/0034654319899706>
- Wright, R. J., Martland, J. y Stafford, A. K. (2006). *Early Numeracy. Assessment for Teaching & Intervention*. Sage.
- Yang, D. C. y Jan, H. J. (2019). The study of primary school teachers' performance on number sense. *International Journal of Information and Education Technology*, 9(5), 342-349. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2019.9.5.1224>
- Yang, D. C., Li, M. y Li, W. J. (2008). Development of a computerized number sense scale for 3rd graders: Reliability and validity analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 3(2), 110-124.