
**Vocabulario matemático: análisis del uso del sistema numérico en
estudiantes adolescentes chilenos**

Mathematical vocabulary: analysis of the use of the numerical system in
Chilean adolescent students

Recibido: 03 de julio 2021, Evaluado: 20 de agosto 2021, Aceptado: 10 de diciembre 2021

Aníbal Puente Ferreras

anibal.puente@unab.cl.

<https://orcid.org/0000-0003-3994-0553>

Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile.

Ximena González

ximenagonzalezvargas@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-7836-3966>

Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile.

Juan Felipe Calderón

juan.calderon@unab.cl.

<https://orcid.org/0000-0002-7248-4492>

Universidad Andrés Bello. Viña del Mar, Chile.

Como citar el artículo

Puente Ferreras, A., González, X., & Calderón, J. (2021). Vocabulario matemático: análisis del uso del sistema numérico en estudiantes adolescentes chilenos. *Revista Educa UMCH*, (18), 32-54.
<https://doi.org/10.35756/educaumch.202118.203>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Resumen

En el aprendizaje de las matemáticas, el léxico oral y escrito de los alumnos puede informar de algunos conceptos y su forma de representación mental. Este es uno de los objetivos que se plantea en este estudio. Para ello se implementó una prueba que aborda seis conceptos matemáticos vinculados al sistema numérico y al valor posicional. La muestra incluyó 40 alumnos de Santiago de Chile de tres centros educativos (municipal, privado subvencionado y privada) seleccionados de forma aleatoria, con rango de edad de 10 a 17 años. El análisis de los resultados evidenció la importancia del vocabulario en contextos específicos para acceder a la disponibilidad léxica y sus conceptos asociados. Esta línea de investigación permite estudiar las categorizaciones léxicas y ampliar el campo de instrucción del vocabulario en la matemática. Una conclusión del estudio es la enseñanza de las matemáticas como un lenguaje y no como un mero procedimiento.

Palabras clave: *vocabulario, matemática, léxico, conocimiento*

Summary

In the learning of mathematics, students' oral and written vocabulary can inform about some concepts and their form of mental representation. This is one of the objectives proposed in this study. For this, a test was implemented that addresses six mathematical concepts linked to the numerical system and positional value. The sample included 40 students from Santiago Chile from three educational centers (municipal, private subsidized and private) randomly selected, with an age range of 10 to 17 years. The analysis of the results evidenced the importance of vocabulary in specific contexts to access lexical availability and its associated concepts. This line of research allows to study lexical categorizations and expand the field of vocabulary instruction in mathematics. One conclusion of the study is the teaching of mathematics as a language and not as a mere procedure.

Key words: *vocabulary, mathematics, lexicon, knowled*

Introducción

La enseñanza de las matemáticas es una política educacional que se ha institucionalizado en casi todas las culturas. En el Informe Cockcroft (1985) se considera que las matemáticas son útiles “porque proporcionan un método de comunicación que es poderoso, conciso y sin ambigüedades”. Sea porque diversos autores consideran este potencial comunicativo de las matemáticas, o bien por la representación simbólica que esta asignatura implica, han aparecido estudios que abordan el lenguaje matemático, específicamente desde su vocabulario (Hebert y Powell, 2016; Morgan, 2005; Monroe y Orme, 2002; Monroe y Pendergrass, 1997).

La relación existente entre lenguaje y vocabulario suele darse por entendida, en la medida que todo sistema de lengua mantiene elementos léxicos, sintácticos y semánticos que confluyen de formas creativas en diversos idiomas y dialectos. Y, como sabemos, las matemáticas presentan aspectos que implicarían la enseñanza de esta asignatura como una segunda lengua o, al menos, entendiéndola como una forma de desarrollar pensamiento y aprendizaje diferente (Nunes, 1999), esto por ser un sistema de representación con símbolos y sintaxis propia.

En el currículum educativo chileno, la enseñanza de las matemáticas se inserta en un marco de desarrollo comunicativo que ha de implementarse en los colegios. Sin embargo, el estudio de Preiss, Larraín y Valenzuela (2001) evidencia que la práctica docente en Chile se orienta a repetición de ejercicios y en pocas instancias los estudiantes pueden movilizar conocimientos y conceptos, estrechamente vinculados al uso de vocabulario. Por lo mismo, para promover la enseñanza del lenguaje matemático es preciso conocer las palabras que los estudiantes manejan, enseñanza del lenguaje matemático es preciso conocer las palabras que los estudiantes manejan, cómo las utilizan y en qué contextos.

La forma en la que el vocabulario matemático y el aprendizaje de la disciplina convergen es por medio del modelo de Beck, McKeown y Kucan (2013) en el que se distinguen tres niveles de vocabulario. Un primer nivel está asociado a palabras de uso cotidiano; el segundo, a palabras específicas de un área que suelen tener aplicación a más de un área del conocimiento; y un tercer nivel, que presenta léxico específico de una disciplina. Según las autoras, el segundo nivel permite el acceso a nuevo conocimiento en la medida que ya conocen algunas palabras específicas, produciéndose el “Efecto Mateo” (Stanovich, 1986) a nivel de vocabulario.

Desde hace algunos años, los estudios sobre el impacto del vocabulario en el aprendizaje han tomado diferentes enfoques. A pesar de la importancia del vocabulario en el proceso de enseñanza-aprendizaje, quienes estudian el vocabulario matemático y sus alcances son recientes y distantes del contexto latinoamericano y chileno. Así que para promover la enseñanza del lenguaje matemático es preciso conocer las palabras que los estudiantes manejan, cómo las utilizan y en qué contextos (Nortes-Martínez y Nortes-Checa, 2017; Nolla de Celis, Cerisola, Fernández y Muñoz, 2021)

En ese sentido, este estudio se erige como un acercamiento al conocimiento de los estudiantes sobre lenguaje matemático. Para esto, se trabajará con los contenidos vinculados al sistema numérico (entero y decimal) y valor posicional, que son críticos para el aprendizaje de los otros contenidos de la disciplina y que, a la vez, se asumen como materia aprendida en los niveles más avanzados de enseñanza (Riccomini, Smith, Hughes y Fries, 2015). Realizaremos una revisión de aquello que entendemos por lenguaje y cultura matemática, de la relación entre vocabulario y aprendizaje, y de las tipologías de vocabulario matemático en el conocimiento de

valor posicional y sistema numérico. Luego, daremos a conocer la metodología utilizada, explicando en detalle el instrumento utilizado y presentaremos los resultados del análisis que busca establecer los tipos de vocabulario matemático para buscar establecer los tipos de vocabulario matemático para, finalmente, discutir sobre dichos resultados. Para ello, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué tipo de vocabulario matemático es utilizado por los estudiantes en los niveles conceptual y procedimental del aprendizaje?
- ¿Cuáles son los conceptos discursivos en los que ocurre el uso de vocabulario matemático en sus distintos niveles, según el modelo de Beck, McKeown y Kucan (2013)?
- ¿Cuáles son las recurrencias del vocabulario matemático en las implicancias en el aprendizaje de los estudiantes?

Lenguaje matemático y aprendizaje

La escritura en la asignatura de matemáticas implicaba abordar tareas tradicionalmente vinculadas a las áreas humanistas y, en este contexto, la profesora Burns (1995) plantea que en sus primeros veinte años de ejercicio docente esta mezcla le era tan extraña “como unir aceite y agua”. Sin embargo, ella fue observando beneficios en la producción textual dentro de la asignatura:

Creo que la escritura en la clase de matemáticas tiene dos grandes beneficios. Apoya el aprendizaje de los estudiantes porque, al poner sus ideas en el papel, los niños deben organizar, clarificar y reflejar su pensamiento. Escribir también beneficia a los profesores porque los textos de los estudiantes son un recurso de evaluación invaluable. Su escritura es una ventana hacia su entendimiento, cómo ellos enfocan sus ideas, qué errores albergan, y cómo se sienten sobre sus descubrimientos (p. 40).

Esta declaración sobre la estrecha relación entre escritura y aprendizaje nos acerca a la idea estudiada desde la aparición de las ciencias cognitivas: el lenguaje es un proceso cognitivo en ejercicio constante, que potencia otros procesos cognitivos, tales como el aprendizaje (Vygotsky, 1981)

Haciendo uso del lenguaje es que aprendemos. Sin embargo, es necesario conocer la lengua para poder llegar a niveles de conocimientos más profundos, como los conceptos abstractos. Entonces, cabe preguntarnos qué pasa si esa lengua no se conoce o no se demuestra competencia en ella. Un error frecuente que se observa en el ámbito educativo señala que el desarrollo de la práctica docente se centra en la mecanización de procedimientos. El alumno sabrá resolver una división, multiplicación, ecuación, etcétera, pero desconocerá cómo plantear un problema, dónde se pueda hacer uso de estas operaciones; es decir, el alumno conoce el procedimiento, pero le cuesta trabajo solucionar los problemas que impliquen la aplicación de cualquier operación básica (Batenero et al., 2011).

Debido a que las matemáticas implican el manejo de una serie de conceptos para poder profundizar su aprendizaje y llegar a comprenderlos y dado que, además, presentan un sistema representacional propio (numérico y simbólico) es que se habla de lenguaje matemático. Respecto de este punto, es necesario aclarar que esto no implica que sea una lengua, en el sentido de idioma; sino que tiene características lingüísticas propias que implican ser aprendidas para manejar ese lenguaje. Por otro lado, son diversos los estudios que abordan el concepto de lenguaje matemático (Hebert y Powell, 2016; Morgan, 2005; Monroe y Orme, 2002; Nunes, 1999).

Este problema es crítico en las escuelas chilenas, pues fracasan en el logro de un adecuado aprendizaje de la matemática, y una de las causas es el escaso uso y comprensión del lenguaje matemático. ¿Cómo mejorar dicho lenguaje? En primer lugar, es necesario clarificar que no existe un gen como marcador biológico; por el contrario, la mejora dependerá de los maestros, padres y los propios niños (Silva y Rodríguez, 2010). Por lo mismo, es necesario entender al lenguaje matemático como un constructo cultural. En palabras de Nunes 1999, “las matemáticas son una práctica cultural, y por tanto precisan una concepción particular de la naturaleza de los significados matemáticos y de los axiomas, que ya existen en la comunidad académica” (p. 33). Desde este punto de vista, la forma lingüística que adoptan las matemáticas debiera transmitirse considerándolas como herramientas culturales que los estudiantes puedan aprender. Ello es coherente con la visión de Vygotsky (1981) sobre el aprendizaje primero ocurre en lo social (i.e., entre las mentes de los individuos) y luego en el individuo mismo. Esto implica que, en la instancia social, se hace uso de herramientas culturales de cada sociedad en la que están insertos los sujetos. Estas herramientas culturales tomarían forma de las prácticas de cada sociedad, pero también de los saberes acumulados de esa cultura.

Vocabulario matemático y tipologías

Para caminar hacia una instrucción léxica que promueva el aprendizaje en grupos de estudiantes con una brecha significativa en su conocimiento de palabras, Beck, McKeown y Kucan (2013) realizan una propuesta que permite acompañar sus procesos de aprendizaje. El caso del lenguaje matemático no es ajeno a esta realidad, es por ello por lo que se plantea una tipología de lenguaje matemático que permita identificar las palabras

que conocen los estudiantes y a qué niveles de vocabulario pertenecen.

En el primer nivel se encontrarán las palabras más básicas, “aparecen típicamente en

conversaciones orales, y los niños están expuestos a ellas con una frecuencia alta desde una edad temprana” (p. 9), estas palabras no necesitarían atención instruccional en la escuela, pues

la mayoría de los estudiantes las conocen. El segundo nivel de Beck et al (2013) presenta palabras que fortalecen la madurez lingüística de los hablantes, y atraviesan diversos campos disciplinares, las que además “son características del texto escrito y son infrecuentes en conversaciones, lo que significa que los estudiantes suelen aprenderlas menos de forma independiente, comparadas con las del primer nivel” (p. 9). Por otro lado, las palabras del tercer nivel exigen de contextos constreñidos y específicos para que los niños las usen; muchas de estas palabras representan un aprendizaje profundo de una disciplina, pero para muchos estudiantes no resultan de mucha utilidad.

En esa línea, un estudio que atiende a los contextos de uso de vocabulario matemático es el de Hebert y Powell (2016). En él se analizan las ocurrencias de léxico matemático en un ensayo donde estudiantes de cuarto grado deben corregir la resolución de un problema matemático que contiene errores en distintos momentos. Para realizar un análisis léxico, recurren a la categorización de Monroe y Panchyshyn (1995, referidos en Hebert y Powell, 2016), quienes plantean cuatro categorías:

- i. Técnico, con un significado solo aplicable en matemáticas.
- ii. Subtécnico, con múltiples significados que cambian a través de áreas de contenido o dentro de las matemáticas.
- iii. General, cuyo uso ocurre en el lenguaje diario.
- iv. Simbólico, en el que los significados son representados por medio de numerales o símbolos (p. 1515).

En la aplicación de las categorías de Monroe y Panchyshyn (1995), Hebert y Powell, analizan y clasifican las palabras del examen escrito por los estudiantes. En este sentido, no siempre se puede acceder al conocimiento real que tienen los estudiantes, desde la noción de disponibilidad léxica (como caudal de palabras utilizable en una situación comunicativa dada, López, 1995), al no plantear diversos contextos que permitan evidenciar el uso de palabras matemáticas. Sin embargo, otorgan un marco de referencia útil para estudios posteriores y permiten establecer comparaciones entre el tipo de palabras utilizadas por estudiantes a través de diversos contextos educativos alrededor de la disciplina.

Al relacionar la categorización propuesta por Monroe y Panchyshyn (1995) con la categorización de Beck, McKeown y Kucan (2013) es posible establecer ciertas analogías entre ellas (tabla 1). Es preciso mencionar que, si bien los niveles primero y tercero parecen coincidir sin grandes dificultades, en la relación entre el vocabulario subtécnico y el del segundo nivel hay que distinguir que no necesariamente se puede homologar la idea de que el conocimiento de léxico subtécnico permita una potenciación del desarrollo de aprendizaje, como sí lo consideran las palabras que entrarían en la categoría del segundo nivel en el modelo de Beck, McKeown y Kucan. De todos modos, es muy probable que una serie de palabras coincidan, siendo las matemáticas una base importante para diversos campos de las ciencias exactas. Por otro lado, cuando nos referimos al vocabulario simbólico, consideramos que pueden pertenecer tanto al segundo nivel como al tercero en la medida que el uso de numerales puede darse en diversos contextos, pero en el caso de algunos símbolos o abreviaturas matemáticas, solo ocurrirán en contextos disciplinares específicos (tales como fx , \cos , \sum , $\sqrt{}$).

Tabla 1

Comparación entre los tipos de vocabulario de las teorías de Monroe y Panchyshyn (1995, citados en Hebert y Powell, 2016) y de Beck, McKeown y Kucan (2013).

Monroe y Panchyshyn	Beck, McKeown y Kucan
Vocabulario general	Primer Nivel
Vocabulario subtécnico	Segundo Nivel
Vocabulario simbólico	Segundo o Tercer Nivel.
Vocabulario técnico	Tercer Nivel

Metodología

Diseño: modalidad y enfoque

Con el fin de responder las preguntas de investigación previamente descritas se plantea en este trabajo una investigación de tipo explicativo no experimental (McMillan y Schumacher, 2005). Este estudio tiene características de una investigación cuantitativa, a partir de la exploración de asociaciones estadísticas entre las características de los sujetos participantes, su nivel de desempeño en la resolución y las categorías del vocabulario utilizado. Para obtener esta categorización, se utilizan herramientas propias de una investigación cualitativa, pues se realiza un análisis lingüístico de la estructura y el contexto del uso de conceptos matemáticos. Con ello se da pie a un enfoque metodológico

mixto

Individuos

Los sujetos participantes de este estudio corresponden a 40 estudiantes de la ciudad de Santiago de Chile, pertenecientes a establecimientos educacionales de tres dependencias (municipal, privada subvencionada por el gobierno, y privada sin subvención). Los sujetos se escogieron de forma aleatoria y por conveniencia, considerando el rango de edad que va desde los 10 a los 17 años.

Instrumentos/medidas

Para analizar el vocabulario matemático que manejan los estudiantes, se implementó una prueba escrita que aborda seis conceptos matemáticos vinculados a sistema numérico y valor posicional, basado en los contenidos explorados desde quinto básico. Con el fin de acceder de manera adecuada al grado de conocimiento que los estudiantes tienen de los conceptos trabajados por esos contenidos, se establecen tres criterios que sintetizan las categorizaciones de Monroe y Panchyshyn (1995) y Beck, McKeown y Kucan (2013): 1) se conoce el concepto si se usa operacionalmente al resolver un ejercicio o traspasar información verbal a numérica; 2) se conoce un concepto si se utiliza en un contexto que permite inferir el uso adecuado del término; y 3) se conoce un concepto si es explicado o definido por los estudiantes. Utilizando estas tres categorías se construye un instrumento que está estructurado en cinco secciones:

Sección I: representación simbólica de valor posicional

Esta sección tiene por finalidad establecer la comprensión de conceptos de valor posicional de los estudiantes. En la medida que saben posicionar los números solicitados dependiendo de su valor, entonces, existe conocimiento sobre los términos. Para ello, en la formulación de los ítems se solicita a los estudiantes la escritura de números enteros utilizando símbolos numéricos (i.e., dígitos del 0 al 9), a partir de la lectura de una cifra descrita por conceptos propios del valor posicional (e.g., “3 decenas, 5 unidades y 9 centenas”). En los ítems propuestos se intenta que el orden de la cifra a leer esté alterado, lo que implica un mayor grado de exigencia al momento de comprender la secuencia.

Sección II: representación simbólica de sistema numérico entero y decimal

En esta sección se solicita a los estudiantes la escritura de una cifra dada utilizando símbolos numéricos, a partir de la lectura de descripciones tales como “una milésima” o “una centena de mil”. La comprensión del concepto se evidenciará a través del número escrito por los estudiantes, similar al caso de los ítems de la sección I. No obstante, en esta sección todos los números solicitados en su valor posicional corresponden al dígito “1”. Con ello es posible distinguir la existencia de diferencias entre la comprensión del valor posicional y la comprensión del sistema numérico.

Sección III: corrección escrita sobre la resolución de un problema matemático

A través de esta sección se busca que los estudiantes hagan uso de su vocabulario matemático para resolver un caso. El ejercicio consiste en corregir el error operacional cometido por un personaje denominado Paloma, quien se equivoca en la adición de dos cifras al no hacer coincidir las unidades y decenas de dos sumandos. En términos de acceso al conocimiento conceptual que tienen los estudiantes este ítem otorga un valor adicional a los anteriores, puesto que su uso aparece contextualizado en un caso verosímil. Ello permite el acceso a la disponibilidad léxica de los estudiantes desde el mismo instrumento, pues acota la situación comunicativa donde deben evidenciar el uso de vocabulario a una de carácter matemático.

Sección IV: uso de vocabulario del sistema numérico decimal en contexto

En línea con la anterior, en esta sección se promueve el uso contextualizado de conceptos matemáticos de sistema numérico decimal y valor posicional mediante la escritura de oraciones en las que los estudiantes deban usar palabras pertinentes al contexto, tales como “decena” o “milésima”. Para evitar la escritura de textos que limiten un análisis de vocabulario matemático, o bien un uso descontextualizado de las palabras, en los ítems propuestos se inicia cada oración con un pie forzado, el que los estudiantes deben completar.

Sección V: definición de conceptos

La última sección de este instrumento pretende analizar las definiciones realizadas por los estudiantes sobre términos trabajados anteriormente en la prueba. Por medio de preguntas como “¿Qué es una decena?” se busca explorar el conocimiento conceptual de los estudiantes sobre sistema numérico. La razón por la que este ítem se ubica al final de la prueba permite que los estudiantes ya hayan utilizado los conceptos por contextos o por resolución de problemas y notengan que enfrentarse a una tarea epistemológicamente compleja, como la de definir, sin haberse enfrentado al uso de vocabulario pertinente al contexto matemático. Ello nos permite contrastar el uso correcto del término en los ítems anteriores con su correspondiente manejo conceptual evidenciado por la respuesta que ellos escriban.

El instrumento fue aplicado durante una hora pedagógica, correspondiente a 45 minutos

y su extensión es de cuatro páginas, donde se incluyen 26 ejercicios que implican escribir cantidades con números, explicar con palabras conceptos matemáticos, completar oraciones utilizando palabras que indican conceptos de cantidad.

Análisis

El análisis de las respuestas obtenidas en las secciones I y II de la prueba consistió en establecer correspondencia entre las cifras dadas en el enunciado y las que los estudiantes respondieron de manera escrita. Para ello, se calificaron las respuestas de los estudiantes según corrección de su respuesta, asignando el valor 1 a las correctas y 0 a las incorrectas.

En el caso de la sección III, se adaptó el método utilizado por Hebert y Powell (2016) de la rúbrica de la prueba de Composición de un Ensayo del *Weschler Individual Achievement Test – third edition* (WIAT-III). En este instrumento es donde se miden y analizan las ocurrencias de vocabulario matemático de acuerdo con la tipología de Monroe y Panchyshyn (1995), adaptándolo para este estudio utilizando las categorías del modelo de Beck, McKeown y Kucan (2013).

Las secciones IV y V servirán como apoyo para corroboración de datos y consistencia en los ítems anteriores. En el caso de la sección IV, la elaboración de oraciones escritas permite verificar el sentido de los conceptos utilizados dependiendo del contexto oracional, donde son claves las cargas semánticas de las palabras que rodean el término utilizado. Por último, la sección V será revisada evaluando la adecuación de uso de vocabulario matemático en la definición de conceptos mediante los tipos de definiciones que presentan y sus correcciones.

Finalmente, se realiza un análisis del uso de conceptos por parte de los estudiantes en las respuestas dadas en las secciones III, IV y V. Para ello se realizó un análisis descriptivo del uso léxico según el contexto oracional en el que los términos utilizados estén situados. Para ello, se utiliza un análisis experto por parte de tres lingüistas formados con el enfoque de gramática funcional de Dik, Valverde y Mingorance (1981). Posterior a ello, se revisará la consistencia entre el uso y definiciones de los conceptos a lo largo de las cinco secciones.

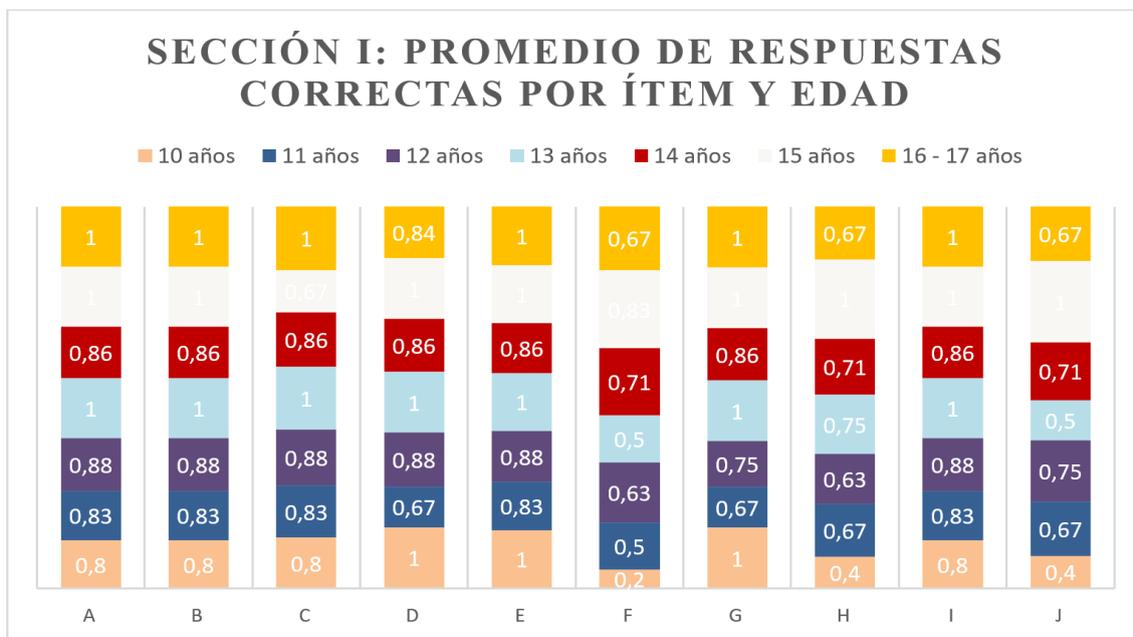
Resultados y discusión

Representaciones numéricas y variables

A través del análisis de la sección I, es posible apreciar la aplicación del conocimiento que tienen los estudiantes sobre valor posicional. Si bien la mayoría tuvo un buen resultado en el ejercicio, se evidenciaron dificultades en tres ítems que daban una cifra de más de un dígito a unidades, decenas, centenas o unidades de mil, como es el caso de los ítems (f), (h) y (j). A continuación, se presenta un ejemplo de respuesta para cada uno de los ítems mencionados, donde se aprecia la dificultad mencionada:

Enunciado del ítem: “Escribe con números las cantidades que se forman”: f) 12 decenas, 7 unidades y 8 centenas: 8129 (10 años) h) 10 centenas, 6 unidades de mil y 3 decenas: 6130 (16 años) j) 10 centenas, 12 unidades y 7 unidades de mil: 7112 (13 años).

Respecto de la edad de los sujetos, de manera intuitiva se aprecia una tendencia al aumento en el promedio de respuestas correctas en la medida en que su edad aumenta



(figura I). Ello no ocurre en los ítems (f), (h) y (j), los que ya han sido comentados.

Figura I: Promedio de respuestas correctas según su edad

En el caso de la sección II, se buscaba indagar sobre el conocimiento de términos del sistema numérico decimal. Los estudiantes tuvieron éxito en la mayoría de las respuestas, sin embargo, presentaron mayores dificultades en las que respectan a la diferencia en términos propios de los números decimales, tal como es el caso de la pregunta por una milésima (ítem (a)) y por una décima (ítem (e)):

- a) Una milésima: 1000 (14 años)
- b) Una décima: 3 (15 años)

En el caso de la décima y milésima, los errores ocurridos en esta sección son consistentes con los de la sección IV, en la que los estudiantes escriben oraciones utilizando esos términos. De este modo, nos encontramos frecuentemente con el uso de “milésima” en el sentido de “unidadde mil” o “unidad de millón”, tal como en los siguientes casos que iniciaban con el pie forzado “La Mujer Maravilla”:

La Mujer Maravilla salvó muchos gatitos, creo que era una milésima de gatitos. (10 años)

La Mujer Maravilla derrotó a una milésima de malvados con sus poderes. (12 años)

La Mujer Maravilla ha ayudado a milésimas de personas por la ciudad entera. (15 años)

En los tres ejemplos, los términos “muchos gatitos”, “malvados” y “personas” son elementos que nos permiten acceder a la creencia de que milésima es más que uno, incluso, es mucho más que uno, por la fuerza del plural de los sintagmas nominales y de complementos, tales como “con sus poderes” o “por la ciudad entera”.

En cuanto a la edad de los participantes y sus respuestas, llama la atención que no hay un aumento significativo a medida que los estudiantes tienen una edad mayor, o al menos no hay un crecimiento sistemático del promedio en cuanto tienen más años, como se muestra en figura II.

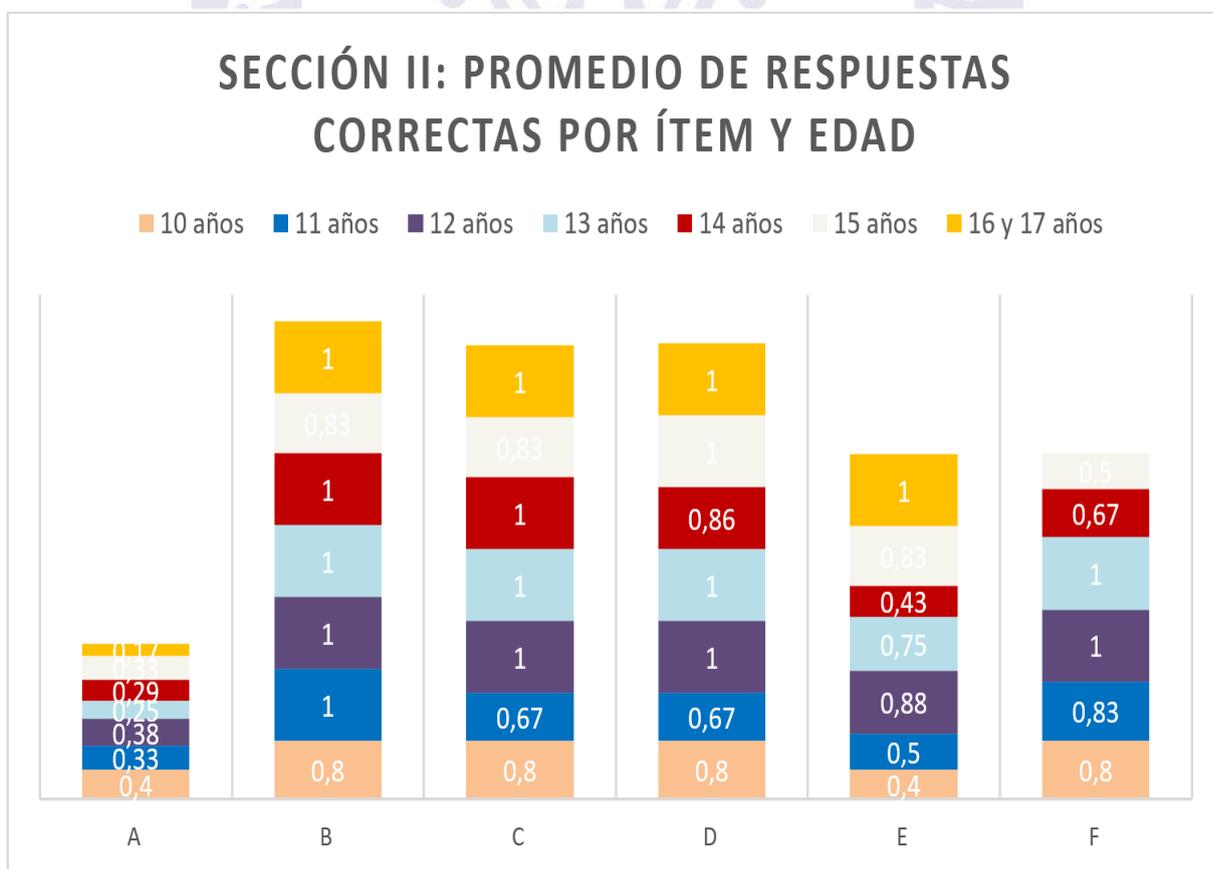


Figura II: Promedio de respuestas correctas según edad

De este modo, se aprecia que los estudiantes tienen manejo en valor posicional y sistema numérico, con algunos alcances en sistema numérico decimal. Específicamente, los conceptos de milésima y, en menor grado, décima. Aun así, esta base nos permite explorar

si comunicacionalmente estos conceptos son utilizados y en qué contextos. O bien, si en contextos verbales, hay diferencias en el valor que se le da a cada concepto, como se mostró en los ejemplos de la sección IV ya citados.

Uso de vocabulario matemático

El problema presentado a los estudiantes en la sección III fue el siguiente:

III. Paloma estaba en clase de matemática y su profesor le pidió que resolviera la siguiente operación: $105 + 39 =$

Paloma, al ver el ejercicio lo resolvió de la siguiente manera:	
$\begin{array}{r} 105 \\ + 39 \\ \hline 1089 \end{array}$	El profesor de Paloma le dijo que la respuesta estaba equivocada. ¿En qué se equivocó Paloma y cómo le dirías que debe resolverse ese ejercicio?

Cabe destacar un manejo más alto de vocabulario en las mujeres más jóvenes versus los varones de esa misma edad (10 y 11 años), evidenciado en la cantidad de palabras utilizadas (tabla 2).

Tabla 2

Cantidad de palabras de vocabulario matemático expresadas en la sección III según las variables de sexo y edad.

Sexo y edad	Número de palabras
Mujeres	
10 años	12
11 años	17
12 años	10
13 años	7
14 años	21
15 años	14
16 años	15
Total palabras de mujeres	96
Hombres	
10 años	9
11 años	7
12 años	25

13 años	9
14 años	17
15 años	24
16 años	6
17 años	6
Total palabras de hombres	103
Total general	199

En cuanto al tipo de palabras utilizadas, en la tabla 3 se muestran los 32 conceptos utilizados y su categorización en los niveles I, II y III de Beck, McKeown y Kucan (2013). La importancia que cobran numéricamente las palabras del nivel II, responden principalmente al contexto de la prueba y de la pregunta dada. Este nivel II nos permitió acceder a vocabulario que, probablemente, no habría aparecido en un contexto cotidiano. Ello se daría especialmente en aquellas de nivel III, que los estudiantes pueden conocer, pero no necesariamente utilizar en cualquier situación comunicativa, tal como indica Michéa (1953) sobre la disponibilidad léxica, explicada más arriba.

Tabla 3

Palabras utilizadas en sección 3 y categorización de vocabulario en modelo de los tres niveles.

Niveles de vocabulario	Ocurrencias
Nivel I	
Agregar	1
Colocar	5
Niveles de vocabulario	
Ocurrencias	
Menor/grande	3
Número/números/n°	23
Ordenar/orden/ordenado	12
Poner	4
Nivel II	
Alinear	3
Calcular/cálculo	2

Cantidad	2
Centena/centenas	14
Cifra	1
Decena/decenas	19
Desglosar/reagrupar	2
Dígito/dígitos	3
Dividir	1
Ejecutar	1
Número sobrante	1
Posicionar/posición	7
Problema	2
Resolver/resultado	19
Sumar/suma/sumando	23
Ubicar/ubicado	2
Unidad/unidades	26
Nivel III	
Adición	1
Décima	1
Milésima	1
Niveles de vocabulario	Ocurrencias
Operación	4
Reserva/número de reserva	3
Tabla de unidad, decena y centena	1
Unidad de mil	2
Valor posicional	1

Como es posible observar en la tabla III, las palabras de nivel I aparecidas en los textos escritos en esta sección de la prueba se relacionan estrechamente con los valores posicionales de los sumandos, que es donde radica el error, de ahí que aparezcan términos como “poner”, “colocar”, “ordenar”, que son más propios del uso cotidiano a diferencia de “posicionar” o hablar de “valorposicional” que son palabras vinculadas de forma más directa con la disciplina. Obsérvense los siguientes ejemplos:

“Se equivocó en poner el número en la unidad correcta, el profesor le dijo que resolviera 105, pero ella se equivocó y puso el 105 en una unidad más grande, ya que debe ponerse el número en su unidad correspondiente: 105.

$+ 39$

144”. (11 años)

“Paloma se equivocó en cómo lo posicionó. Paloma debería escribir la tabla de unidad, decena y centena, separar los números y ahí lo tendría ordenado y podría sumar y obtener un buen resultado”. (10 años).

En ambos casos, nos enfrentamos a un modo de organización discursivo similar, identificando el problema que tuvo Paloma al resolver el ejercicio y luego introducen la forma de solucionarlo con el verbo “deber”. Sin embargo, el uso de vocabulario en ambos casos es diferente, en la medida que el nivel de especificidad del segundo es mayor al primero, utilizando términos como “posicionar”, “tabla de unidad, decena y centena” y “resultado”, mientras que el primero, se plantea desde una perspectiva más coloquial al hablar de “poner el número”, “unidad más grande” y “unidad correspondiente”, sin especificar cuáles esta verbalmente, sino que lo hace por medio del ejemplo de la operación numérica. Esto también ocurre en la sección V al momento de definir los conceptos de decena, unidad, centena, décima y milésima.

Si bien en las secciones anteriores es posible evaluar el conocimiento que tienen los estudiantes al momento de utilizar los términos propios de valor posicional y de sistema numérico, al momento de definirlos suelen presentar algunos problemas con la precisión del concepto. Por otro lado, la estructura de la definición varía de uno a otro, como se puede apreciar en los siguientes ejemplos de respuestas frente a la primera pregunta de la sección: “¿Qué es una decena?”.

1. 10 (15 años)
2. Una decena es un número natural del 0 al 9 que se ubica después de la unidad (12 años)
3. Es una unidad multiplicada por 10 (13 años)
4. El segundo dígito o 10 unidades (12 años)

5. *Es una clasificación de los números que van de 10 en 10 (10 años)*

En los ejemplos dados, las formas de dar a conocer qué es una decena varían desde la sinonimia (respuestas 1, 3 y segunda parte de la 4), la remiten a su valor posicional (respuestas 2 y primera parte de la 5), o bien, la definen como un elemento que categoriza un conjunto numérico, en este caso, de múltiplos de 10 (respuesta 5). Esta variedad de respuestas refuerza la idea de Morgan (2005) sobre si los conceptos matemáticos tienen significados uno-a-uno entre palabra y representación. De alguna forma la variedad de definiciones o énfasis que se da a un concepto toma formas diversas dependiendo de qué están valorando más los estudiantes sobre ese concepto. De esta forma, se clasificaron los tipos de definiciones de los estudiantes a través de los siguientes tipos de definición (tabla 4).

Tabla 4

Tipos de definición utilizada por los estudiantes en la sección V

Tipo de definición	Ocurrencias
Sinonimia	50
Categorización	26
Valor Posicional	34
Operación	13
Relación	3
Atributo	1
Medición	2
Sinonimia y Valor Posicional	4
Sinonimia y Categorización	2
Categorización y Valor Posicional	6
Operación y Valor Posicional	1

Es preciso mencionar que, en relación con las secciones anteriores, la sección V es de las que tiene un mayor porcentaje de error en sus respuestas, como se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5

Errores y omisión de respuesta por ítem en la sección V

Sección V	Decena	Unidad	Centena	Décima	Milésima
Error	9	2	3	9	18
No Responde	2	2	2	5	6

Debido a la mayor cantidad de errores al momento de definir, se evidencia que hay conceptos que los estudiantes saben aplicar, pero no necesariamente definir, mostrando las diferencias entre el conocimiento procedimental y el conceptual. Por otro lado, se refuerzan las dificultades presentadas en el aprendizaje del sistema numérico decimal, como se ha visto en las dos primeras secciones.

Discusión

Si asumimos que el lenguaje es el principal mediador del aprendizaje, no solo por ser una herramienta cultural básica para la transmisión de conocimientos, sino también porque es la que más se usa en el aula colectiva (Mercer y Littleton, 2016); entonces, podríamos asumir la importancia de enseñar el lenguaje. Esta idea suele tener fuerza en su primer enunciado, pero no necesariamente en el segundo, en especial, cuando se trata de disciplinas que no están directamente vinculadas a Lenguaje y Comunicación. Las matemáticas, así como las otras ciencias adoptan un nivel de conocimiento tan específico a lo largo de la vida escolar que se refleja en la especificidad del lenguaje que utilizan. La enseñanza, por tanto, del lenguaje de cada disciplina y de sus conceptos cobra vital importancia para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes en cada área (Beck, McKeown y Kucan, 2013; Nunes, 1999).

Es por la importancia de la enseñanza conceptual de las ciencias en general y de las matemáticas, en particular, que este estudio se propuso analizar el uso del vocabulario matemático en estudiantes de entre 10 y 17 años. Para ello, se identificó el conocimiento que tienen los estudiantes sobre lenguaje matemático por medio de su uso en representaciones numéricas y contextos discursivos variados, con el fin de identificar los tipos de vocabulario utilizados y establecer cómo la información levantada da luces sobre la forma en que se aprenden los conceptos matemáticos.

El análisis sobre representaciones numéricas de los términos de valor posicional y sistema numérico, abordados en las secciones I y II de la prueba, respectivamente, nos dieron luces sobre conceptos y modos de entrega de información que resultaban de mayor

dificultad para los estudiantes. Esto ocurrió en momentos en que el valor asignado a una categoría posicional era de dos dígitos, dando como resultado múltiples errores y evidenciando un menor porcentaje de logro en mujeres. La segunda dificultad para los estudiantes se dio al momento de trabajar con sistema numérico decimal, frente a los conceptos de décima y milésima. Estos errores fueron consistentes con las pruebas verbales de los conceptos que aparecen en las secciones siguientes. Sobre este punto, cabe mencionar el énfasis que da Beck, McKeown y Kucan (2013) sobre el tipo de palabras cuya instrucción debe ser reforzada, ya que es la que permite avanzar en una disciplina.

Debido a la importancia de la comprensión de conceptos matemáticos, consideramos fundamental poder estudiar el manejo de los mismos términos de diferentes formas, de ahí que se pregunte por sus representaciones numéricas, su uso en oraciones, en la explicación de un problema y sus definiciones. En este sentido, el concepto de disponibilidad léxica cobra importancia, ya que el proponer situaciones comunicativas que promuevan el uso de léxico matemático fomentó la utilización de conceptos que se vinculan, en las concepciones de los estudiantes, al sistema numérico y al valor posicional. De esta manera, se puede acceder a la disponibilidad léxica de los estudiantes y evaluar el uso de términos que de otra forma no aparecerían, tales como “número de reserva”, “tabla de unidad, decena y centena”, “adición” y “sumando”, entre otras. Esto, además, permite establecer estrategias de instrucción sobre cómo se entiende cada concepto o cómo su acepción cambia dependiendo de la operación o discusión que se tiene sobre la materia.

Junto a los elementos ya mencionados, fue posible apreciar que los estudiantes tienen mayor manejo en el conocimiento procedimental y de uso de vocabulario en contexto, antes que en las definiciones. La sección V puso en evidencia que como en nuestra lengua materna, el lenguaje matemático también es susceptible de diferentes interpretaciones dependiendo del contexto y modo en que se utilice. El hecho de que las definiciones dadas por los estudiantes reflejaran en su mayoría un uso o función del término (sinonimia y valor posicional), refuerza la idea de que el concepto en torno a una categoría de lo que implican las palabras de entrada, pueden estar más fuertemente atadas a una noción meramente conceptual y de poca aplicación en la asignatura. Así, es más útil para el estudiante decir que una decena puede indicar el valor posicional de una cifra o puede aludir a 10 unidades, en vez de indicar que es un término que se utiliza para designar un conjunto compuesto por diez elementos. Esto refuerza la interrogante de Morgan (2005) sobre cómo se definen los conceptos en las matemáticas que aparentemente son unidireccionales y libres de ambigüedad.

Los hallazgos descritos a través de este estudio permiten continuar dando fuerza a la importancia de seguir hablando de lenguaje matemático y nos impulsa a comprender que, si es un lenguaje, implica una cultura y actitudes que deben ser aprendidos, tal como lo señala Nunes (1999):

Aprender matemáticas en el aula es un proceso de socialización de antiguos significados en nuevos conceptos característicos de las prácticas matemáticas. Este proceso involucra reformar o redescubrir porque no es una simple inscripción de nuevos significados en conceptos antiguos. Las elecciones hechas por los profesores para guiar el proceso de socialización en el aula tienen un impacto en las *redescripciones* que son hechas hacia un punto en el tiempo durante el proceso de aprendizaje (p. 40).

Como se aprecia en la cita, Nunes refuerza la noción de socializar en un aula colectiva los conceptos matemáticos, entendiendo que la mediación realizada por los docentes cobra vital importancia sobre el enfoque que se dará al concepto, coincidiendo con las conclusiones a las que llegan Beck, McKeown y Kucan (2013) y Morgan (2005). La tarea que queda, entonces, es promover una enseñanza consciente de los conceptos matemáticos de modo que su conceptualización se vea reforzada por su capacidad operacional y, así, reforzar el proceso de aprendizaje.

Conclusión

Existen estudios sobre el uso de vocabulario matemático en estudiantes de edad escolar, siendo el más significativo, el trabajo realizado por Hebert y Powell (2016) y otros más recientes (Powell, 2017; Powell, Hebert, Cohen, Casa y Firmender, 2017). Así también, Morgan (2005) ha estudiado el uso del vocabulario en textos escolares y otros estudiosos lo han hecho desde los diccionarios. El problema que presentan estas investigaciones radica principalmente en que su análisis mide las entradas léxicas desde sí mismas o con sus acepciones directas, sin considerar que el uso del vocabulario siempre será mediado por un contexto (Dik, Valverde y Mingorance, 1981) y es en él en donde toma diferentes énfasis y significaciones las palabras.

De ahí que la presente investigación cobra importancia al explorar los mismos términos matemáticos desde entradas y contextos diversos, evaluando la consistencia o no del conocimiento que los alumnos tienen sobre sistema numérico y valor posicional.

Retomando las preguntas de investigación propuestas en este estudio, en particular las relacionadas con la categorización del vocabulario utilizado por los estudiantes, se observa que es posible relacionar el tipo de términos que median el aprendizaje matemático respecto a valor posicional y sistema numérico, con la correcta comprensión de los mismos. El contar con esta información permite promover la instrucción específica de las entradas léxicas que no están siendo correctamente aprendidas, planteando el desafío de seguir estudiando las categorías de palabras utilizadas en otros contenidos matemáticos. Tal como se observó en los resultados existe distinto grado de corrección y tipo de vocabulario utilizado dependiendo de la edad. Ello se podrá corroborar con estudios cuantitativos futuros donde se explore la significancia de las correlaciones entre edad y tipo de vocabulario disciplinar, considerando el amplio rango de edades de los sujetos participantes del estudio (10 a 17 años).

Finalmente, llevando el análisis lingüístico realizado a un ámbito transversal del aprendizaje de distintas disciplinas, se observa que de acuerdo con una revisión bibliográfica de los teóricos Concha y Howard (2016) por medio del análisis de diferentes estudios nacionales se muestra que:

Hay ciertas diferencias en las maneras de interactuar en el aula en las distintas asignaturas. (...) En ese sentido, una posible recomendación sería que cada cursode didáctica disciplinaria se hiciera cargo de enseñar las interacciones verbales que favorecen su propio tipo de pensamiento (p. 146).

De este modo, saber cuáles son las interacciones y conceptos que favorecen el aprendizaje propio de cada disciplina es crítico para la promoción de un aprendizaje significativo en el aula y poder acortar la brecha existente entre el logro alcanzado entre hombres y mujeres en la disciplina, dado que, como se mostró en esta investigación, a nivel de uso de vocabulario las diferencias de género no son tan significativas como en los ejercicios y operaciones. Comprender la importancia de enseñar las matemáticas como un lenguaje, cuyos conceptos sean enseñados con el énfasis en que son enseñados los procedimientos, nos ayudará a avanzar en el conocimiento de la disciplina por parte de nuestros estudiantes.

Referencias

- Beck, I. L., McKeown, M. y Kucan, L. (2013). *Bringing words to life. Robust vocabulary instruction, Second Edition*. e-book: www.guilford.com/beck-Studyguide.
- Batanero, C. et al. (2011). "Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas escolares: casos y perspectivas." Cuauhtémoc, México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de [http://basica.sep.gob.mx/MATEMATICAS %20web.pdf](http://basica.sep.gob.mx/MATEMATICAS%20web.pdf)
- Burns, M. (1995). Writing in maths? Absolutely! *Instructor*, 104 (7), pp. 40-47. libgen:468000/dde79a3d9172a0d3991ab052a55deb
- Cockcroft, W. (1985). *Las matemáticas sí cuentan: informe Cockcroft*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Concha, S. y Howard, S. (2016). "Interacciones verbales en el aula y desarrollo de pensamiento: análisis de la situación en nuestro país y propuestas formativas. En Manzi, J. y García, M. (Eds.). *Abriendo las puertas del aula. Transformación de las prácticas docentes*. Santiago: Ediciones UC.
- Dik, S., Valverde, F. y Mingorance, L. (1981). *Gramática funcional*. SGEL: Sociedad General Española de Librería.

- Hebert, M. y Powell, S. (2016). "Examining fourth-grade mathematics writing: features of organization, mathematics vocabulary and mathematical representations." *Reading and Writing*, 29(7), pp. 1511-1537. <https://doi.org/10.1007/s11145-016-9649-5>
- López, H. (1995). "Los estudios de disponibilidad léxica: pasado y presente." *Boletín de Filología* 35, pp. 245-259. Consultado de <https://revistapsicologia.uchile.cl/index.php/BDF/article/view/19231/20354>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa una introducción conceptual* Madrid: Pearson educación.
- Mercer, N. y Littleton, K. (2016). "¿Cómo promueve la interacción el aprendizaje y el desarrollo?" En Manzi, J. y García, M. (Eds.). *Abriendo las puertas del aula. Transformación de las prácticas docentes*. Santiago: Ediciones UC.
- Michéa, R. (1953). "Mots fréquents et mots disponibles. Un aspect nouveau de la statistique dulangage." *Les langues modernes* 47, pp. 338-344.
- Morgan, C. (2005). "Word, definitions and concepts in discourses of mathematics, teaching and learning." *Languaje and education*, 19 (2), pp. 102-116. DOI:10.1080/09500780508668666
- Monroe, E. y Orme, M. (2002). "Developing mathematical vocabulary." *Preventing schoolfailure: alternative education for children and youth*, 46(3), pp. 139-142. <https://doi.org/10.1080/10459880209603359>
- Monroe, E. y Panchyshyn, R. (1995). "Vocabulary considerations for teaching mathematics." *Childhood Education*, 72, pp. 80-83. doi:10.1080/00094056.1996.10521849.
- Monroe, E. E. y Pendergrass, M. R. (1997). "Effects of mathematical vocabulary instruction on fourth grade students." *Reading Improvement*, 34, pp. 120-132.
- Nolla de Celis, A., Cerisola, A. Fernández, B. Muñoz R. (2021). Formación Inicial de los maestros en matemáticas y su didáctica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado (RIFOR)*, 96 (35.1), 185-208. DOI: <https://doi.org/10.47553/rifop.v96i35.1.85882>.
- Nortes Martínez-Artero, R., & Nortes Checa, A. (2017). Competencia matemática, actitud y ansiedad hacia las Matemáticas en futuros maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado (REIFOP)*, 20(3), 145-160. <https://doi.org/10.6018/reifop.20.3.290841>
- Nunes, T. (1999). "Mathematics learning as the socialization of the mind." *Mind, Culture and Activity*, 6, pp. 33-52. <https://doi.org/10.1080/10749039909524712>

Vocabulario matemático: análisis del uso del sistema numérico en estudiantes
 adolescentes chilenos

- Powell, S. (2017). *An analysis of mathematical vocabulary from kindergarten through eight grade*. (Manuscrito).
- Powell, S. R., Hebert, M. A., Cohen, J. A. Casa, T. M. y Firmender, J. M. (2017). "A synthesis of mathematics writing: Assessments, interventions, and surveys." *Journal of Writing Research*, 8(3), pp. 493-526.
- Preiss, D., Larraín, A. y Valenzuela, S. (2011). "Discurso y pensamiento en aula matemática chilena." *Psyche* 10(2), pp. 131-146. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22282011000200011>
- Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M. y Fries, K. M. (2015). "The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary." *Reading and Writing Quarterly*, 31(3), pp. 235-252.
- Silva, M. y Rodríguez, A. (2010). "¿Por qué fallan los alumnos al resolver problemas matemáticos?" *Didac*, 56, pp. 21-28.
- Stanovich, K. (1986). "Matthew Effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy." *Reading Research Quarterly*, 21, pp. 360-407.
- Vygotsky, L. S. (1981). Pensamiento y palabra. *Infancia y Aprendizaje*, 4(1), pp. 15-35. <https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821886>