

ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD LÉXICA ASOCIADO AL ÁMBITO DE LAS MATEMÁTICAS Y LAS TECNOLOGÍAS¹

Pedro Antonio Salcedo Lagos
Universidad de Concepción (Chile)
psalcedo@udec.cl

Carolina del Carmen Zambrano Matamala
Universidad Adventista de Chile
carolinazambrano@gmail.com

Darío Fernando Rojas Díaz
Universidad de Concepción (Chile)
dariorojas@udec.cl

Miguel Claudio Friz Carrillo
Universidad del Bío Bío (Chile)
mfriz@ubiobio.cl

Recibido: 22/03/2021 - **Aprobado:** 18/08/2021 - **Publicado:** 15/04/2022

DOI: doi.org/10.17533/udea.lyl.n81a09

Resumen: El objetivo de este artículo es analizar el léxico disponible de estudiantes de Pedagogía en Matemáticas respecto de ocho centros de interés. Los resultados evidencian que el léxico disponible en los centros de interés de las matemáticas es mayor que el disponible en los centros de interés de las TIC aplicados a las matemáticas. Además, se sugiere una categorización de este último léxico inscrito en los siguientes ámbitos: software para educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.

Palabras clave: léxico en matemáticas; léxico en tecnologías matemáticas; formación inicial docente; lexicón mental.

LEXIC AVAILABILITY STUDY ASSOCIATED WITH THE FIELD OF MATHEMATICS AND TECHNOLOGIES

Abstract: The aim of this paper is to analyze the available lexicon of students of Mathematics Education according to eight centers of interest. Results show that the lexicon available in the centers of interest is greater in mathematics than the one available in centers of interest in ICT for mathematics. Additionally, a categorization of the lexicon available for ICTs associated with Mathematics is suggested which leads to the following connections: software for mathematics education, office automation tools, and technological concepts associated with the internet.

Keywords: vocabulary in mathematics; vocabulary in mathematical technologies; initial teacher training; mental lexicon.

1. Esta investigación se desarrolla en el marco del proyecto FONDECYT 1201572 (2020-2024): «Evaluación de la integración pedagógica de las tecnologías de la información y comunicación en el aula de matemática, desde el modelo TPack basado en competencias».

1. Introducción

La disponibilidad léxica (DL) pertenece a un área de investigación de la lingüística que tiene como objetivo la recolección y el posterior análisis del vocabulario disponible de una determinada comunidad de hablantes (Aitchison, 2012; Ferreira, Salcedo & Del Valle, 2014). Se entiende por léxico disponible aquellas palabras que un hablante puede activar inmediatamente en su memoria cuando se indica un centro de interés (Bartol, 2006) o categoría semántica (Hernández, Izura & Ellis, 2006).

La importancia de estudiar el léxico disponible en el ámbito de las matemáticas y de las tecnologías se debe a que el Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC), a través del Marco Curricular, en concordancia con lo planteado a nivel internacional (UNESCO, 2015), reconoce la relevancia que poseen las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la sociedad del conocimiento y, por tanto, su aplicación en educación resulta imprescindible (MINEDUC, 2009). Por ello, el sistema escolar debe ocuparse de que las niñas, los niños y los jóvenes hagan un uso eficiente y responsable de las TIC, como herramientas para mejorar y potenciar su desarrollo.

Asimismo, la Agencia de Calidad de la Educación de Chile (ACE) explicita que en las escuelas y liceos del país no se ha alcanzado una real integración de estas tecnologías en el currículum, encontrándose casos en los cuales profesores solo replican, con algunas herramientas informáticas, las mismas actividades que realizan sin estas (ACE, 2017). En ese sentido, es interesante comenzar el diagnóstico sobre las tecnologías que los profesores en formación asocian a cada eje de las matemáticas a través del estudio del léxico disponible.

La problemática anterior permite preguntarse: ¿cuál es el léxico disponible de las ramas de las matemáticas que tienen los estudiantes?, ¿cuál es su léxico disponible sobre las TIC asociado a cada campo matemático? En concordancia con estos interrogantes, en el presente trabajo se dan a conocer los resultados de un proyecto de investigación que tiene como objetivo demostrar que los profesores, a la luz de los planteamientos ofrecidos por el *Technological Content Knowledge*, TCK necesitan dominar los contenidos de la materia que dictan y, a su vez, conocer las modalidades en que la aplicación de las tecnologías podría contribuir en su enseñanza. Lo anterior se posibilita a través del diagnóstico de conocimiento en tecnologías en su contexto —TCK—, utilizando la prueba de disponibilidad léxica como instrumento de medición. Esta se realiza a través de un análisis cuantitativo basado en cuatro índices: promedio de respuestas (XR), total de palabras diferentes (PD), índice de cohesión (IC) e índice de disponibilidad léxica (IDL). Así, el objetivo de este estudio es cuantificar y describir el léxico disponible de estudiantes de pedagogía sobre las matemáticas con respecto a ocho centros de interés, de los cuales cuatro se asocian a: los números, el álgebra, la geometría, la probabilidad, los datos y el azar. Los cuatro restantes se vinculan a las TIC aplicadas a los centros de interés anteriormente enunciados. Asimismo, se busca, a partir del léxico disponible de los estudiantes, su categorización para obtener un análisis cualitativo.

1.1. Disponibilidad Léxica en matemáticas y las TIC

Para el diagnóstico del léxico disponible sobre el conocimiento de las tecnologías en su contexto llamado TCK desde el modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* —TPACK— de Koehler y Mishra (2008), se utiliza la prueba de disponibilidad léxica como instrumento de medición; no obstante, primero que todo, es necesario conocer los antecedentes teóricos de la temática abordada en la presente investigación.

En primer lugar, los estudios de disponibilidad léxica en el ámbito de las matemáticas (Cerdeira, Salcedo, Pérez & Marín, 2017; Ferreira, Salcedo & Del Valle, 2014; Salcedo, Ferreira & Barrientos, 2013) han mostrado evidencias sobre la relación entre el bajo léxico disponible en matemáticas —medido como cantidad de palabras— y el rendimiento académico (Cerdeira, Salcedo, Pérez & Marín, 2017; Salcedo, Ferreira & Barrientos, 2013). Por otro lado, afirman que el vocabulario disponible en matemáticas aumenta en estudiantes de enseñanza media a medida que pasan los años (Ferreira, Salcedo & Del Valle, 2014).

En segundo lugar, los estudios de disponibilidad léxica que incluyen centros de interés asociados al ámbito de las TIC con docentes en formación se encuentran en etapa de desarrollo durante los últimos años (Herranz, 2020; Santos, Trigo & Romero, 2020; Santos, 2020). Los autores Santos, Trigo y Romero (2020) presentan un estudio de disponibilidad léxica que incluye un centro de interés asociado a las TIC denominado ordenadores e internet. En dicho trabajo se plantea que para conseguir un aprendizaje del vocabulario es necesario un diagnóstico que sirva de referencia para la planificación didáctica. Asimismo, Herranz (2020) destaca la importancia de que los profesores posean un caudal léxico amplio y variado dentro de los diversos ámbitos de la docencia, en especial señala los centros de interés de la educación y las nuevas tecnologías (TIC), debido a la importancia que estas tienen en el desarrollo actual de la sociedad y el dominio que debería tener un profesor sobre ellas. También, Santos (2020) estudia el léxico disponible en el ámbito de formación inicial docente coincidiendo con los planteamientos de Herranz (2020). No obstante, en los tres trabajos anteriores (Herranz, 2020; Santos, Trigo & Romero, 2020; Santos, 2020) no se estudia el léxico disponible asociado al ámbito de las matemáticas y las TIC.

Finalmente, Tome (2016) presenta un estudio que trata sobre el léxico disponible asociado a las TIC enfocado en el centro de interés informática y nuevas tecnologías, cuyos resultados empíricos señalan que el léxico es disperso y se observan como palabras más frecuentes: *ordenador*, *móvil* y *tableta*. Sin embargo, no trata sobre léxico específico en el ámbito de la formación inicial docente.

En suma, según la revisión de estudios sobre disponibilidad léxica en el ámbito de las matemáticas y las TIC se advierte que estos representan un fructífero campo de desarrollo para la investigación en la formación inicial docente. Por ello, este trabajo representa un aporte a las investigaciones que abordan esta esfera del conocimiento que debe ser explorada porque es una necesidad en la sociedad del conocimiento, donde el uso de las TIC es imprescindible para la aplicación y visualización de la matemática práctica para la resolución de problemas.

2. Método

En este apartado se describe el método que incluye el diseño, la muestra, el instrumento, los centros de interés, los índices y el procesamiento de los datos. Para el análisis del léxico disponible se utiliza un proceso de tres fases propuesto por Zambrano (2021) que son:

- Fase 1: análisis del léxico disponible usando los índices NPD, XR e IC.
- Fase 2: análisis del léxico disponible por cada centro de interés usando índice IDL
- Fase 3: categorización del léxico disponible en los estudiantes según las categorías que emergen desde su interior. Para ello, se aplica la tipología de mecanismos semántico-cognitivos por categorización, según Henríquez, Mahecha y Mateus (2016).

2.1. Diseño de la investigación

El estudio es de carácter cuantitativo y descriptivo.

2.2. Objetivos

La investigación tiene como objetivos cuantificar y describir el léxico disponible que presenta una muestra de estudiantes de pedagogía en matemáticas respecto de cuatro centros de interés sobre los ejes de las matemáticas y cuatro de las TIC aplicadas a estas mismas ramas.

2.3. Hipótesis de la investigación

El promedio del léxico disponible de los estudiantes acerca de los centros de interés disciplinares es mayor que el especializado relacionado con la tecnología asociada a las mismas ramas de las matemáticas.

2.4. Muestra

La muestra para esta investigación está compuesta por 41 estudiantes universitarios de un total de 42. Los participantes cursaban cuarto año de Pedagogía en Matemáticas, etapa final de su proceso de formación, y representan el 98 % de la población estudiantil.

2.5. Instrumento

Se utilizó la prueba de disponibilidad léxica (Echeverría & Valencia, 1999) que mide el vocabulario que posee

un hablante. El tiempo de respuesta para evocar las palabras asociadas a cada uno de los ocho centros de interés fue de dos minutos.

2.6. Centros de interés

Los centros de interés se definieron a partir de los ejes temáticos contenidos en el currículum de matemáticas determinados por el MINEDUC de Chile y los centros de interés asociados a las TIC se vinculan a cada uno de dichos campos, tal como puede observarse en la Tabla 1.

Centros de interés sobre la indagación sobre la disponibilidad léxica en los ejes matemáticos	Centros de interés sobre la investigación sobre la disponibilidad léxica en tecnologías (TIC) asociadas a los ejes matemáticos
Álgebra	Las TIC aplicadas eje de álgebra
Geometría	Las TIC aplicadas al eje de geometría
Números	Las TIC aplicadas al eje de números
Probabilidades, datos y azar	Las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar

Tabla 1. *Centros de interés aplicados según el plan de estudios de los participantes.* Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se especifica la naturaleza de cada uno de los centros de interés asociados a los ejes matemáticos.

Números: este centro de interés constituye el pilar del currículo matemático para la enseñanza básica y media. Incluye los contenidos referidos a la cantidad, las operaciones aritméticas, los diferentes sistemas numéricos, sus propiedades y los problemas provenientes de la vida cotidiana, de otras disciplinas y de la matemática misma.

—Álgebra: este campo está conformado por el uso de símbolos para representar y operar con cantidades; se estudia en quinto grado mediante la expresión de relaciones generales y abstractas de la aritmética y la medición. También el concepto de función y algunas de sus aplicaciones.

—Geometría: este ámbito se asocia a los elementos de la geometría orientados al desarrollo de la imaginación espacial, al conocimiento de sus objetos básicos y algunas de sus propiedades. En particular, el eje de geometría propone relacionar sus formas en dos y tres dimensiones, la construcción de figuras y sus transformaciones. De igual modo, en esta esfera se aborda la noción de medición de figuras planas.

—Probabilidades, datos y azar: este centro de interés introduce el tratamiento de datos y modelos para el razonamiento en situaciones de incerteza.

—Las TIC aplicadas al eje de álgebra: en este centro de interés se busca el léxico disponible evocado sobre las TIC aplicadas al eje de álgebra.

—Las TIC aplicadas al eje de geometría: en este centro de interés se indaga sobre el léxico disponible evocado sobre las TIC aplicadas al eje de geometría.

—Las TIC aplicadas al eje de números: en este centro de interés se busca el léxico disponible evocado a las TIC aplicadas al eje de números.

—Las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar: en este centro de interés se inquiriere sobre el léxico disponible evocado sobre las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar.

2.7. Índices

La información obtenida en la prueba de disponibilidad léxica se analizó considerando los estadígrafos que permiten establecer la riqueza del vocabulario de los sujetos de la muestra. Estos están constituidos por el promedio de respuestas (XR), el total de palabras diferentes (NPD) y el índice de cohesión (IC). A continuación, se describe cada uno de estos índices, a la luz de los presupuestos teóricos de Ferreira, Salcedo y Del Valle (2014):

—Número de lexicones (N): cantidad de individuos del grupo que responde a la prueba de disponibilidad léxica.

—Promedio de respuestas (XR): cantidad de vocablos en promedio que ha evocado un grupo de individuos ante un centro de interés específico.

—Número de palabras diferentes (NPD): índice que da cuenta del total de vocablos que produce un grupo de sujetos en relación con algún centro de interés, considerando cada palabra una única vez.

—Índice de cohesión (IC): indicador del grado de coincidencia en las respuestas de los individuos. Se puede considerar como el grado de homogeneidad de un grupo respecto a su léxico disponible y su rango es de 0 a 1. El índice IC se obtiene del cociente entre el promedio de respuestas del grupo dividido por el total de palabras diferentes (XR/ NPD).

Además, según el análisis presentado por Cepeda, Granada y Pomes (2014) los índices XR, NPD e IC son los que entregan más información con respecto a la riqueza léxica de los sujetos en estudio. Por su parte, el índice IDL permite obtener el grado de disponibilidad como se explica a continuación.

El índice de disponibilidad léxica (IDL): corresponde al grado de disponibilidad de un vocablo en el grupo ante un centro de interés. Para el cálculo de este índice se utiliza la siguiente ecuación (1):

$$idl(v_i) = \frac{f_1\lambda^0 + f_2\lambda^1 + f_3\lambda^2 + \dots + f_p\lambda^{p-1} + \dots + f_t\lambda^{t-1}}{N} \quad (1)$$

donde f_n es la frecuencia de aparición del vocablo en la posición n , siendo f_1 cuando el vocablo es indicado en primera posición y f_t cuando el vocablo es indicado en la última posición, con t el número de palabras. La expresión λ^{p-1} es denominada tasa de sustitución o factor de ponderación a la posición (Salcedo *et al.*, 2013), y su valor va decreciendo a medida que la posición es mayor.

2.8. Procesamiento de los datos

Con los datos recopilados se procedió a validar las respuestas y limpiar el corpus a través del proceso de lematización. Para tal fin, se consideraron los siguientes parámetros: ortografía variada de una misma palabra, anotación en singular de sustantivos y adjetivos, uso de guiones para unir las palabras compuestas si se presentan estos casos, entre otros. Luego, se sometió el corpus a un procesamiento computacional para el cálculo de índices y frecuencias, usando el software Matlab.

3. Resultados

3.1. Resultados para los centros de interés en su conjunto usando los índices NPD, XR e IC

En la Tabla 2 se exponen los resultados de los índices NPD, XR e IC obtenidos de cada uno de los ocho centros de interés.

Los centros de interés que presentan la mayor cantidad de palabras diferentes NPD son: números con NPD = 102 y probabilidad, datos y azar con NPD = 103, ambos centros de interés se asocian a dos de los ejes disciplinares del currículum de matemáticas. Por otra parte, los centros de interés asociados a las TIC en relación con cada uno de los ejes de matemáticas presentan una baja cantidad de palabras diferentes con NPD entre 52 y 57. También se observa que los centros de interés números y probabilidad, datos y azar tienen el promedio de respuestas más alto, con un XR = 5,93 palabras y una XR = 5,54 palabras en el grupo. Asimismo, los centros de interés de las TIC asociadas al eje de números y las TIC vinculadas al eje álgebra obtienen los índices de cohesión IC más altos equivalentes al 0,067 y 0,062, respectivamente. No obstante, se observa en la Tabla 2 que todos los valores del índice IC son bajos, lo que sugiere que el léxico disponible en todos los centros de interés es disperso.

Centro de interés	N	NPD	XR	IC
Números	41	102	5,93	0,058
Álgebra	41	93	5,00	0,053
Geometría	41	85	4,39	0,051
Probabilidad, datos y azar	41	103	5,54	0,054
TIC en relación con el eje de números	41	54	3,61	0,067
TIC en relación con el eje de álgebra	41	56	3,46	0,062
TIC en relación con el eje de geometría	41	57	2,59	0,045
TIC en relación con el eje de probabilidad, datos y azar	41	52	2,71	0,052

Tabla 2. Relación de resultados obtenidos por cada centro de interés. Fuente: Elaboración propia.

Luego, la Figura 2 presenta el gráfico con el índice NTP por cada centro de interés; se observa que los asociados a las TIC vinculados a cada uno de los ejes presentan una menor cantidad de palabras.

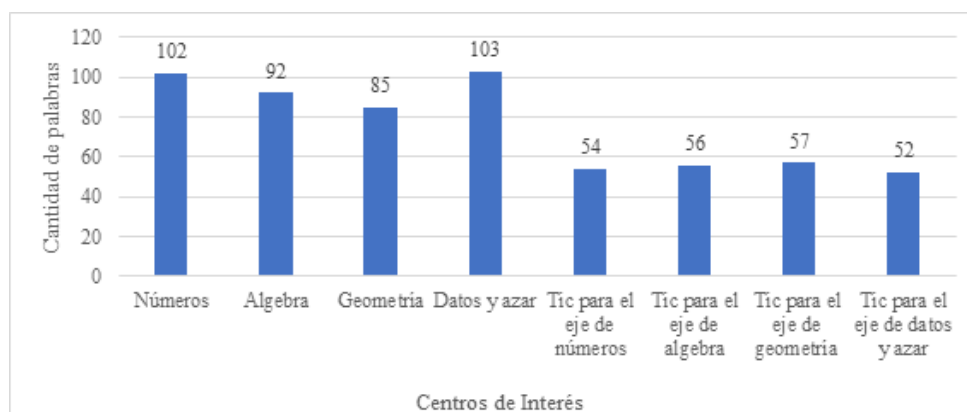


Figura 2. *Relación del número total de palabras NTP por cada centro de interés*

En la Figura 3 se muestra un gráfico que permite comparar el índice IC de los centros de interés aplicados a los ejes de matemáticas versus los de las TIC asociadas a la misma disciplina. Además, se observa que el IC de los centros de interés de las TIC asociadas al eje de números y las TIC vinculadas al eje de álgebra son levemente más altos que los relacionados con el eje disciplinar. La causa se debe a que los estudiantes evocaron pocas palabras asociadas a las TIC y como se mostrará en los listados de palabras, según el IDL, las TIC se repiten y son las mismas.

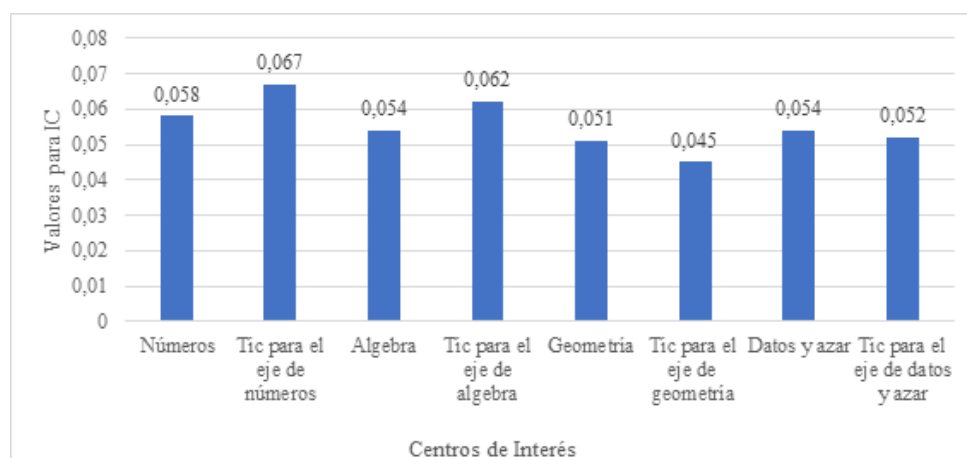


Figura 3. *Relación del índice de cohesión (IC) por cada centro de interés*

A continuación, la Figura 4, síntesis de los resultados de los índices tradicionales, muestra de forma gráfica la comparación del índice XR de los centros de interés asociados a los ejes disciplinares de matemáticas versus los centros de interés vinculados a las TIC aplicadas a los dominios de las matemáticas. En este contexto, el primero representa un valor más alto de palabras equivalente a XR: 5,9 y 4,4 en promedio. El segundo es mucho menor,

con una XR entre 3,6 y 2,6 palabras.

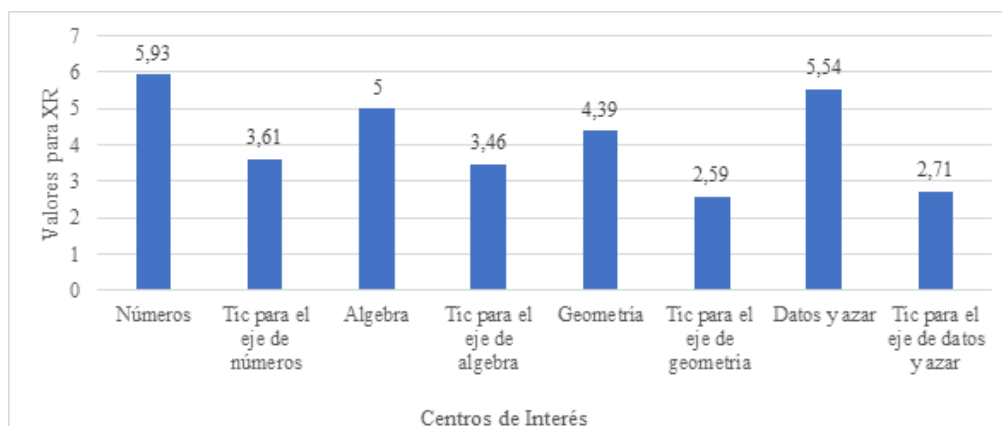


Figura 4. Relación de índice promedio de respuestas (XR) por cada centro de interés

3.2. Léxico disponible asociado a cada centro de interés según el IDL

En esta sección se analiza el léxico disponible en relación con cada centro de interés a partir de las primeras 10 palabras evocadas y se presentan en forma descendente según el IDL. La razón de dar cuenta únicamente de las 10 primeras palabras es que son las que tienen un mayor IDL con al menos una frecuencia de 2, dado que en varios centros de interés es bastante bajo.

3.2.1. Centro de interés: números

En la Tabla 3 se observa que la palabra más disponible es *suma*, seguida por *resta*, *multiplicación* y *división* que son vocablos asociados a las operaciones básicas en relación con contenidos del eje números. Luego, aparece la palabra *número* seguida de «*racional*, *irracional*, *entero*, *natural* y *real* que refieren los conjuntos que agrupan los tipos de números.

Posición	Palabra	IDL
1	suma	0,751
2	resta	0,519
3	multiplicación	0,583
4	división	0,492
5	número	0,491
6	racional	0,390
7	irracional	0,388

Posición	Palabra	IDL
8	entero	0,375
9	natural	0,374
10	real	0,370

Tabla 3. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés
Números*

3.2.2. Centro de interés: álgebra

En la Tabla 4 se observa el léxico disponible para el centro de interés álgebra, según el IDL. Se aprecia que las palabras con mayor disponibilidad son *número* y *letra*. No obstante, el primer vocablo no debería ser relevante al aparecer en la primera posición con un alto IDL porque podría reflejar que no se ha comprendido la abstracción del concepto letra. En álgebra, las cantidades se representan por medio de letras que, a su vez, pueden representar valores.

Posición	Palabra	IDL
1	número	0,463
2	letra	0,452
3	expresión	0,333
4	monomio	0,185
5	binomio	0,177
7	ecuación	0,086
8	función	0,071
9	factorización	0,066
10	fracción	0,058

Tabla 4. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés
álgebra*

Luego, aparecen las palabras expresión, monomio y binomio que refieren las clasificaciones de las expresiones algebraicas, según el número de términos que se presenten en la expresión.

Por su parte, los vocablos ecuación, función, factorización y fracción refieren contenidos base del eje álgebra definido por el Ministerio de Educación de Chile. Sin embargo, su IDL es bajo.

3.2.3. Centro de interés: geometría

En la Tabla 5 se presentan las palabras con mayor disponibilidad, según el IDL, en relación con el centro de

interés geometría. Su respectivo orden es *triángulo*, *cuadrado*, *rectángulo* y *círculo* que se asocian a las figuras geométricas.

Luego, aparecen palabras tales como: *circunferencia*, *radio* y *diámetro* que hacen referencia a los elementos de una circunferencia.

En las posiciones 8, 9 y 10 se encuentran los vocablos *ángulo*, *área* y *perímetro*, con un IDL = 0,065 en los tres casos, lo que indica que su frecuencia es bastante baja y en términos conceptuales se asocian a conceptos métricos de la geometría.

Posición	Palabra	IDL
1	triángulo	0,698
2	cuadrado	0,680
3	rectángulo	0,599
4	círculo	0,598
5	circunferencia	0,109
6	radio	0,102
7	diámetro	0,102
8	ángulo	0,065
9	área	0,065
10	perímetro	0,065

Tabla 5. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de Léxico disponible en relación con el centro de interés geometría*

3.2.4. Centro de interés: probabilidades, datos y azar

En la Tabla 6 se observa el léxico disponible vinculado al centro de interés de la subdisciplina probabilidades, datos y azar. Los vocablos con mayor disponibilidad son *probabilidad* y *estadística* que son conceptos base de dicho eje.

Luego, las palabras *dado*, *carta* y *ruleta* presentan un IDL más bajo y en conjunto se relacionan con la concepción de los juegos de azar. Lo anterior es comprensible, dado que el contenido de probabilidades se enseña utilizando situaciones en contexto directamente relacionadas con juegos de habilidades y azar que son conocidos tales como juegos de naipes, dominó, cachipún, cara y sello, ruleta, etc.

En las posiciones del 6 al 10 se encuentran los vocablos *gráfico*, *dato*, *muestra*, *variable* y *distribución*, que se relacionan con conceptos de estadística.

Posición	Palabra	IDL
1	probabilidad	0,722
2	estadística	0,720
3	dado	0,172
4	carta	0,169
5	ruleta	0,160
6	gráfico	0,137
7	dato	0,122
8	muestra	0,121
9	variable	0,084
10	distribución	0,072

Tabla 6. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés probabilidades, datos y azar*

3.2.5. Centro de interés de las TIC aplicado al eje de números

En la Tabla 7 se presenta el léxico disponible en el centro de interés de las TIC aplicado al eje de números. En general, se aprecia que los IDL son bastante bajos. El vocablo «calculadora» es el que presenta una mayor frecuencia con un IDL = 0,263.

Desde la perspectiva de las aplicaciones que se pueden usar en el campo de las TIC asociadas al área de los números se presentan tres vocablos: *calculadora*, *abaco* y *mathjump*.

Por otra parte, las palabras *Excel*, *PowerPoint* y *Word* se relacionan con herramientas de ofimática que se utilizan tradicionalmente para presentar los contenidos de las clases. Los términos *YouTube*, *video*, *internet* y *canales* refieren conceptos tecnológicos asociados a internet.

Posición	Palabra	IDL
1	calculadora	0,163
2	ábaco	0,122
3	mathcilenia	0,102
4	Excel	0,090
5	PowerPoint	0,090
6	Word	0,081
7	YouTube	0,077
8	video	0,077
9	internet	0,054
10	canales	0,046

Tabla 7. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés números*

3.2.6. Centro de interés de las TIC aplicadas al eje de álgebra

La Tabla 8 presenta el léxico disponible para el centro de interés de las TIC aplicadas al eje de álgebra. El vocablo *GeoGebra* obtiene un IDL = 0,774, reflejo de la alta frecuencia que tiene en el grupo. *GeoGebra* es un software matemático de libre distribución para la enseñanza de las matemáticas. Luego, aparece el vocablo *Symbolab* con un IDL bastante bajo, equivalente al 0,227.

Symbolab es un *software* en línea que permite la resolución, paso a paso, de problemas matemáticos inscritos en una variedad de temas que incluyen el álgebra. Posteriormente, las palabras *Excel*, *Word*, *PowerPoint* se relacionan con herramientas de ofimática. En el caso de los términos *YouTube*, *video*, *internet*, también se repiten de modo similar al centro de interés anterior.

Posición	Palabra	IDL
1	GeoGebra	0,774
2	Symbolab	0,227
3	Excel	0,209
4	Word	0,179
5	PowerPoint	0,135
6	YouTube	0,105
7	video	0,097
8	internet	0,088
9	canales	0,079
10	youtuber	0,076

Tabla 8. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés de las TIC aplicadas al álgebra*

3.2.7. Centro de interés relacionado con las TIC aplicadas al eje de geometría

En la Tabla 9 se presenta el léxico disponible en relación con el centro de interés de las TIC aplicadas al eje de geometría. El vocablo con un mayor IDL es *GeoGebra*, equivalente al 0.873. Luego, las palabras *PowerPoint* y *Word* tienen un IDL parecido, pero bastante menor. Los vocablos *video*, *YouTube* y *canales* se repiten en comparación con el centro de interés anterior, mostrando el uso de la web como medio para buscar contenidos asociados a geometría.

Finalmente, en las últimas posiciones aparecen vocablos que se relacionan con conceptos generales asociados a los contenidos de geometría, que son *cálculo*, *ángulo*, *área* y *perímetro*.

Posición	Palabra	IDL
1	GeoGebra	0,873
2	PowerPoint	0,185
3	Word	0,184
4	video	0,089
5	YouTube	0,086
6	canales	0,081
7	cálculo	0,075
8	ángulo	0,070
9	área	0,056
10	perímetro	0,049

Tabla 9. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés de las TIC aplicadas al eje de geometría*

3.2.8. Centro de interés vinculado con las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar

En la Tabla 10 se muestra el léxico disponible vinculado con el centro de interés de las TIC aplicado al eje de probabilidades, datos y azar. El vocablo con mayor disponibilidad es *Excel*, con un IDL= 0,529. Excel es una aplicación, generalmente de fácil acceso para los estudiantes, que permite realizar operaciones que versan sobre las estadísticas y las probabilidades.

Sucesivamente aparecen las palabras *PowerPoint* y *Word*. Por otra parte, los vocablos *video* y *YouTube* se relacionan con tecnologías asociadas a internet.

Finalmente, las palabras *datos*, *azar*, *cartas*, *ruletas* y *dados* se refieren a la concepción de los juegos de azar y, tal como se explicó con anterioridad, en el currículum el contenido asociado a este eje se explica con ejemplos de juegos de azar, lo que podría explicar cómo el léxico disponible está directamente relacionado con el contenido que se estudia.

Posición	Palabra	IDL
1	Excel	0,529
2	PowerPoint	0,243
3	Word	0,328
4	video	0,088
5	YouTube	0,079
6	datos	0,040
7	azar	0,040

Posición	Palabra	IDL
8	cartas	0,040
9	ruletas	0,040
10	dados	0,040

Tabla 10. *Relación de frecuencias de palabras según el índice de léxico disponible para el centro de interés de las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar*

3.3. Categorización del léxico disponible

En este apartado se presentan las categorías emergentes desde el léxico disponible evocado por los estudiantes. Para ello, se le aplica la tipología de mecanismos semántico-cognitivos para su categorización, según los postulados de Henríquez, Mahecha y Mateus (2016) que se observa en las Figuras 5 y 6. Las categorías emergentes se agrupan según cada uno de los centros de interés aplicados como estímulo para la adquisición del léxico. Estas categorías son:

- Centro de interés números: operaciones básicas y sistemas numéricos.
- Centro de interés álgebra: conceptos básicos y operaciones algebraicas.
- Centro de interés geometría: figuras geométricas, elementos de una figura geométrica y conceptos métricos de la geometría.
- Centro de interés probabilidades, datos y azar: conceptos de estadística y conceptos de juego y azar.
- Centro de interés de las TIC aplicadas al eje de números: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.
- Centro de interés de las TIC aplicadas al eje de álgebra: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.
- Centro de interés de las TIC aplicadas al eje de geometría: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.
- Centro de interés de las TIC aplicadas al eje de probabilidades, datos y azar: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.

Se observa que las categorías para los centros de interés asociados a las TIC se repiten.

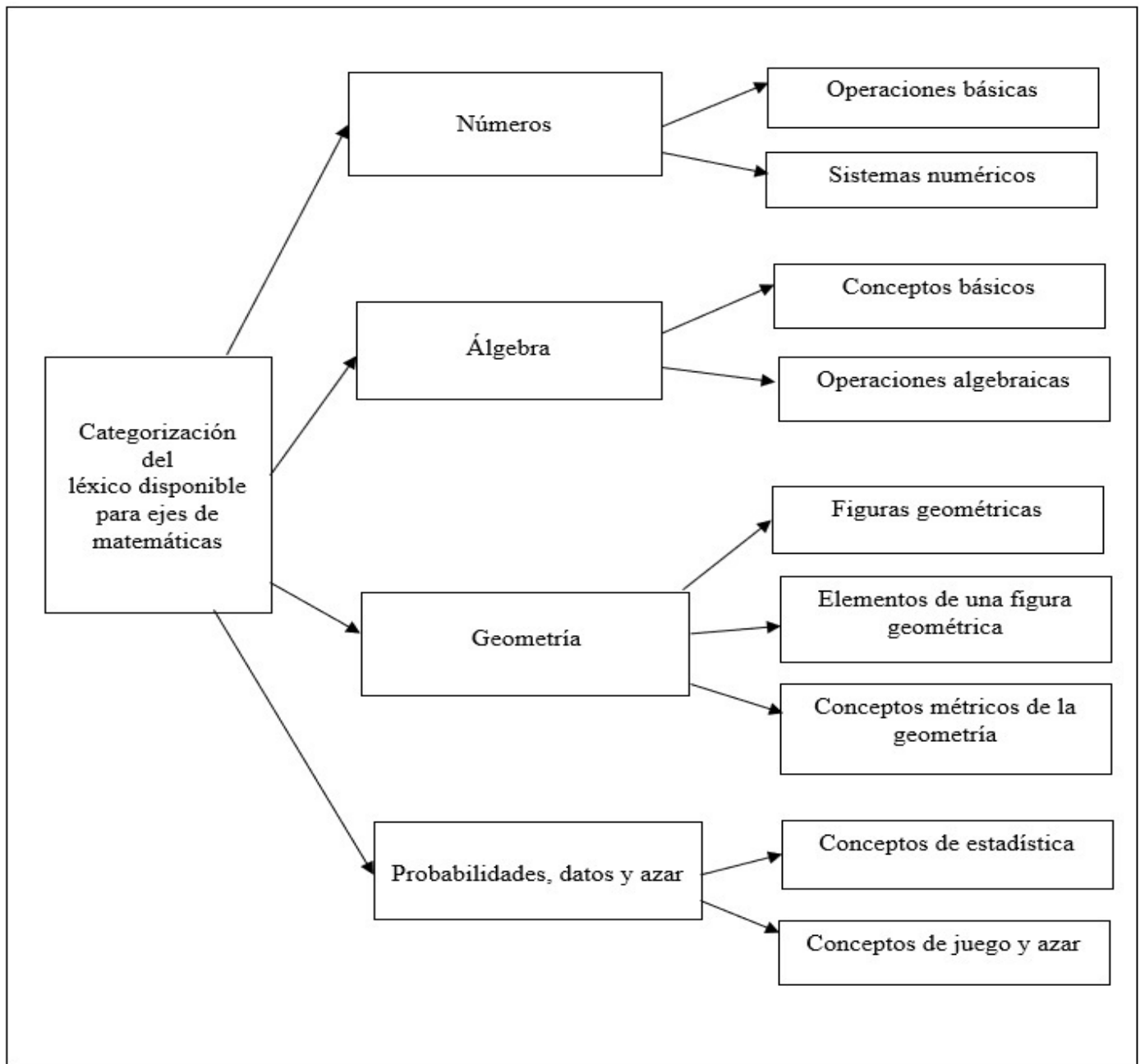


Figura 5. Categorización del léxico disponible evocado por el grupo en relación con los centros de interés asociados a los ejes matemáticos

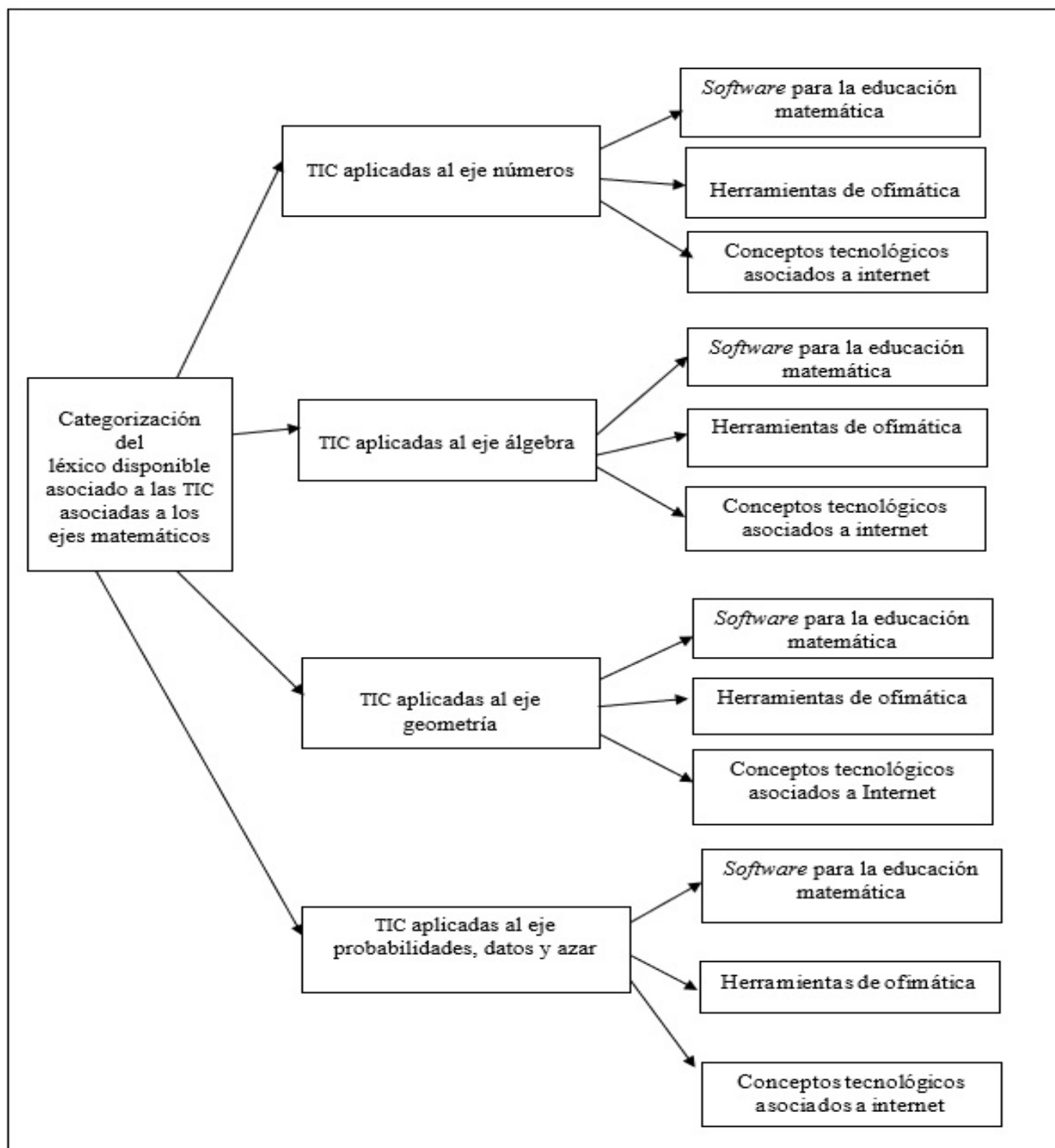


Figura 6. Categorización del léxico disponible evocado por el grupo en relación con los centros de interés asociados a las TIC en cada eje matemático

4. Discusión

Este trabajo se constituye en un primer aporte al estudio de disponibilidad léxica en el ámbito de las matemáticas y las TIC.

En primer lugar, la matemática es una disciplina cuya construcción empírica e inductiva surge de la necesidad de responder y resolver situaciones provenientes de los más variados ámbitos —ciencias naturales, sociales, entre otros—. Así, el conocimiento matemático, que conforma los objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios del sector según el Ministerio de Educación de Chile, fue evocado a través del léxico disponible en cuatro ejes que articulan la experiencia formativa de los estudiantes a lo largo de su formación inicial docente. En este sentido, coincidimos con Ferreira *et al.* (2014) en la relevancia del estudio del léxico disponible en matemáticas como una herramienta lingüística que permite conocer el avance en el vocabulario de una disciplina.

En segundo lugar, las TIC son esenciales en la sociedad del conocimiento y representan una oportunidad para modificar las estrategias didácticas y los métodos educativos (Salas, 2018). Por tal razón, su rol en la educación matemática es fundamental y esta investigación es un primer estudio del léxico disponible sobre las TIC asociadas a los diferentes ejes de las matemáticas.

Asimismo, es esclarecedora la postura de Palapanidi (2012) en relación con la importancia del estudio del léxico disponible para la comunicación en el ámbito de las matemáticas y las TIC, ya que es necesario que el profesor adquiera un lenguaje tanto disciplinar como tecnológico que le permita aplicar y comunicar los conocimientos matemáticos en el aula con mayor efectividad.

Respecto de los resultados, se evidenció que el léxico disponible en los centros de interés de matemáticas es mayor que el léxico disponible en los centros de interés de tecnología en matemáticas, mostrando que existe un desafío importante en la formación inicial docente respecto de la inclusión de las TIC para la enseñanza de las matemáticas. Este panorama coincide con los estudios realizados en Chile por la Agencia de Calidad de la Educación, que señalan que no se ha alcanzado una real integración de las TIC en el currículum, encontrándose casos en los cuales profesores solo replican, con algunas herramientas informáticas, lo mismo que hacen sin estas (ACE, 2017). Esta situación también es similar en relación con otros estudios realizados en Latinoamérica, especialmente en el ámbito de las TIC y las matemáticas, que han mostrado evidencia sobre las dificultades para su inclusión en el aula (Cenich, Araujo & Santos, 2020).

También, se observó que el léxico disponible en todos los centros de interés es disperso porque los resultados del índice de cohesión IC es bajo, lo que coincide con el estudio de Quintanilla y Salcedo (2019) que revela un léxico disponible disperso en el ámbito disciplinar de profesores de inglés.

El léxico disponible para los centros de interés de las matemáticas es coherente con la formación inicial docente que han cursado los estudiantes y que se evidencia en los currículos de pedagogía en Chile, orientada hacia la instrucción basada en contenidos (MINEDUC, 2009). No obstante, el avance del desarrollo tecnológico requiere que

se realicen cambios en los currículos hacia la aplicación de las TIC en el aula para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Algunos casos de aplicación de las TIC en matemáticas, especialmente del *software* GeoGebra, muestran las ventajas que se podrían lograr (Díaz, Rodríguez & Lingán, 2018; Salas, 2018) y los factores que permiten su inclusión (McCulloch, Hollebrands, Harrison, & Mutlu, 2018).

En términos generales, la utilidad práctica de los resultados se explica desde la necesidad de que el profesor en formación aprenda a crear situaciones didácticas para la enseñanza de la matemática usando aplicaciones y *software* que permitan que el estudiante pueda desarrollar sus contenidos (García & Izquierdo, 2017). Por ejemplo, los resultados para el centro de interés sobre las TIC aplicadas al campo de las probabilidades, datos y azar muestran un léxico asociado mayoritariamente a programas de ofimática: *Excel*, *PowerPoint* y *Word*. Por ello, se podría sugerir que el profesor en formación no asocia, en primera instancia, en su lexicón mental de las TIC en relación con este campo, programas, aplicaciones o *software* especializados tales como *SPSS*, *software R*, u otros. Asimismo, se puede señalar que en el léxico de las TIC asociadas a los dominios de las matemáticas no aparecen blogs u otras herramientas que podrían utilizarse para crear procesos de innovación (Zambrano *et al.*, 2019a) o interacción pedagógica (Zambrano *et al.*, 2019b).

Finalmente, desde el punto de vista lingüístico, se ha sugerido una categorización del léxico disponible para las TIC asociadas a los cuatro ejes de las matemáticas. Las categorías son las siguientes: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet. Asimismo, se sugiere una categorización del léxico disponible evocado por el grupo de estudiantes en relación con los centros de interés asociados a los ejes de las matemáticas, la cual representa un aporte desde la lingüística aplicada (Henríquez *et al.*, 2016) y que coincide en la relevancia de sistematizar el léxico disponible aplicando un proceso de análisis como se propone en Zambrano (2021).

5. Conclusiones

Las principales conclusiones se asocian a dos ámbitos: la lingüística aplicada y el léxico disponible en matemáticas y TIC.

En relación con el ámbito de lingüística aplicada:

- i) Se aplicó un proceso de análisis del léxico disponible, que incluyó tres fases teniendo en cuenta variables tanto cuantitativas como cualitativas, que permiten triangular la información para una mejor representación y comprensión de los resultados.
- ii) Se propone categorizaciones del léxico evocado tanto para el ámbito del léxico disponible en matemáticas como para el léxico disponible sobre las TIC asociadas a los ejes de matemáticas. Esta categorización permite generalizar el léxico disponible para posibilitar una futura comparación con otros estudios que utilicen los mismos centros de interés.
- iii) La categorización del léxico disponible sobre las TIC asociadas a las subdisciplinas de las matemáticas es

común para los cuatro ejes y las categorías son: *software* para la educación matemática, herramientas de ofimática y conceptos tecnológicos asociados a internet.

Respecto al léxico disponible de matemáticas y las TIC aplicadas a los ejes de matemáticas.

iv) El léxico disponible en todos los centros de interés se observó disperso porque los resultados para el índice de cohesión IC son bajos.

v) El léxico disponible en los centros de interés de matemáticas es mayor que el léxico disponible en los centros de interés de sobre las TIC aplicadas a los ejes de matemáticas.

vi) Los centros de interés que presentaron un promedio de palabras más alto (índice XR) fueron números y las TIC en relación con el eje de números.

vii) Los centros de interés que presentaron el promedio menor de palabras fueron geometría y las TIC para el eje de geometría.

Referencias bibliográficas

1. Aitchison, J. (2012). *Words in the Mind: An Introduction to the Mental Lexicon*. John Wiley & Sons. Inc.
2. ACE —Agencia de Calidad de la Educación—. (2017). *Percepciones acerca del uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y los aprendizajes de los alumnos de enseñanza media*. <https://www.coursehero.com/file/53337856/MINEDUC-2017-Percepciones-acerca-del-uso-de-TICs-y-aprendizajes-de-alumnos-de-ense%C3%Blanza-mediapdf/>
3. Bartol, J. A. (2006). La disponibilidad léxica. *Revista Española de Lingüística*, 36(1), 349-378. <http://revista.sel.edu.es/index.php/revista/article/view/1930>
4. Cenich, G., Araujo, S. & Santos, G. (2020). Conocimiento tecnológico pedagógico del contenido en la enseñanza de matemática en el ciclo superior de la escuela secundaria. *Perfiles educativos*, 42(167), 53-67. DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.167.59276>
5. Cepeda, M., Granada, M. & Pomes, M. (2014). Disponibilidad léxica en estudiantes de primero básico. *Literatura y Lingüística*, 30, 166-181. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-58112014000200010>
6. Cerda, G. A., Salcedo, P. A., Pérez, C. E., & Marín, V. (2017). Futuros profesores de matemáticas: rol de la disponibilidad léxica, esquemas de razonamiento formal en logros académicos durante su formación inicial. *Formación Universitaria*, 10(1), 33-46. doi: 10.4067/S0718-50062017000100005
7. Díaz, L., Rodríguez, J., & Lingán, S. (2018). Enseñanza de la geometría con el software GeoGebra en estudiantes secundarios de una institución educativa en Lima. *Propósitos y Representaciones*, 6(2), 217-234. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.251>
8. Echeverría, M. & Valencia A. (1999). Disponibilidad léxica en estudiantes chilenos. Santiago de Chile: Universidad de Chile/ Universidad de la Concepción.
9. Ferreira, A., Salcedo, P. & Del Valle, M. (2014). Estudio de disponibilidad léxica en el ámbito de las matemáticas. *Estudios Filológicos*, (54), 69-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0071-17132014000200004>
10. Herranz, C. V. (2020). *Palabra de maestro. Análisis del léxico disponible de los futuros docentes*. Peter Lang.
11. Henríquez, M., Mahecha, V. & Mateus, G. (2016). Análisis de los mecanismos cognitivos del léxico disponible de cuerpo humano a través de grafos. *Lingüística y Literatura*, 69, 229-251. <https://doi.org/10.17533/udea.lyl.n69a10>
12. Hernández, N., Izura, C. & Ellis, A. (2007). Cognitive Aspects of Lexical Availability. *European Journal of Cognitive Psychology*, 18(5), 730-755. <https://doi.org/10.1080/09541440500339119>
13. Jiménez, J. & Jiménez, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad*, 4(7). <https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654>
14. Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. Edited by AACTE Commite on Innovation and Technology, *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*, (pp. 3-29). Routledge.

15. McCulloch, A. W., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T., & Mutlu, A. (2018). Factors that Influence Ssecondary Mathematics Teachers' Integration of Technology in Mathematics Lessons. *Computers & Education*, 123, 26-40. <http://www.elsevier.com/locate/compedu>
16. MINEDUC (2009). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la educación básica y media. Marco curricular*. https://siteal.iep.unesco.org/sites/default/files/sit_accion_files/siteal_chile_0636.pdf
17. Palapanidi, K. (2012). La aplicación de la disponibilidad léxica a la didáctica del léxico de LE. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de las Lenguas*, 11, 62-70. DOI: <https://doi.org/10.26378/rnlael611176>
18. Quintanilla, A. & Salcedo, P. (2019). Disponibilidad léxica en procesos de formación inicial de futuros profesores de inglés. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 19(3), 529-554. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-6398201913157>
19. Salcedo, P., Ferreira, A. & Barrientos F. (2013). A Bayesian Model for Lexical Availability of Chilean High School Students in Mathematics. *Natural and Artificial Models in Computation and Biology*, 7930(1), 245–253.
20. Salas, R. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16), 23-52. DOI: <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.331>
21. Santos, I. C., Trigo, E. & Romero, M. F. (2020). La activación del léxico disponible y su aplicación a la enseñanza de lenguas. *Porta Linguarum*, 33, 75-93. https://www.ugr.es/~portalin/articulos/PL_numero33/5_Inmaculada%20Clotilde.pdf
22. Santos, I. C. (2020). El léxico bilingüe del futuro profesorado. Análisis y pautas para estudios de disponibilidad. Peter Lang.
23. Tome, C. (2016). Vocabulary of Computing and Emerging Technologies. Characterization from Lexical Availability. *Caracteres-Estudios Culturales y Críticos de la Esfera Digital*, 5(1), 112-138.
24. Unesco (2015). *Replantear la educación: ¿Hacia un bien común mundial?* Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232697>
25. Zambrano, C., Rojas, D., & Salcedo, P. (2019). Revisión sistemática a estudios de disponibilidad léxica en la base de datos Scielo y sus aportes a educación. *Información Tecnológica*, 30(4), 189-198. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000400189>.
26. Zambrano, C., Rojas, D., Salcedo, P., & Valdivia, J. (2019a). Análisis de la evolución de la disponibilidad léxica en la interacción pedagógica. *Formación Universitaria*, 12(1), 65-72. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000100065>.
27. Zambrano, C., Rojas, D., Salcedo, P. & López, O. (2019b). Percepción de estudiantes de pedagogía sobre la utilidad de los blogs en educación. *Revista Electrónica Educare*, 23(1), 389-404. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.23-1.19>.
28. Zambrano, C. (2021). Estudio de disponibilidad léxica en el ámbito de autorregulación del aprendizaje en la formación inicial docente. *Lingüística y Literatura*, 42(79), 11-33. <https://doi.org/10.17533/udea.lyl.n79a01>