

Disponibilidad de terminología matemática en alumnos de la Universidad Politécnica de Zacatecas. Una explicación de los resultados académicos



Availability of mathematical terminology in Universidad Politécnica de Zacatecas students. An explanation of the academic results

Magallanes Ulloa, Emmanuel; Muñoz Muñoz, Mónica

 Emmanuel Magallanes Ulloa
emagallanes@upz.edu.mx
Universidad Politécnica de Zacatecas, México

 Mónica Muñoz Muñoz
mmunozmunoz74@uaz.edu.mx
Universidad Autónoma de Zacatecas, México

Revista Educación las Américas
Universidad de Las Américas, Chile
ISSN-e: 0719-7128
Periodicidad: Semestral
vol. 11, núm. 2, 2021
ccalisto@udla.cl

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/248/2483271002/>

Resumen: INTRODUCCIÓN. La metodología de la disponibilidad léxica es utilizada en el registro del vocabulario fundamental de una lengua, además, permite la descripción de las relaciones léxicas establecidas por una comunidad o de un individuo. Entre otras aplicaciones, se utiliza también para la investigación del dominio de vocabulario especializado. METODOLOGÍA. El corpus de investigación estuvo conformado por 158 alumnos de nuevo ingreso en la Universidad Politécnica de Zacatecas, México (UPZ), en 2018, inscritos en la carrera de Ingeniería Industrial. Los centros de interés que se utilizaron como estímulo para la producción de terminología fueron “Álgebra lineal”, “Cálculo”, “Ecuación”, “Estadística” e “Ingeniería Industrial. RESULTADOS. Los resultados obtenidos revelaron que los vocablos con mayor disponibilidad corresponden a la aritmética básica, mientras que no se produjeron, no se conocen o no son disponibles términos de mayor importancia en el desempeño universitario del conocimiento matemático, por lo que es necesaria la enseñanza del tecnolecto. DISCUSIÓN. Este artículo presenta los resultados obtenidos a través de la metodología del léxico disponible, aplicada en la investigación del conocimiento de términos matemáticos, por parte de alumnos de la Universidad Politécnica de Zacatecas. La hipótesis que motivó este trabajo es que el desconocimiento de la terminología matemática repercute en el desempeño académico, porque implica la ausencia de una configuración conceptual, indispensable en la comprensión, el ejercicio y la utilización de las matemáticas.

Palabras clave: terminología, lexicón, matemáticas, literacidad matemática.

Abstract: INTRODUCTION. The methodology of lexical availability is used to register the fundamental vocabulary of a language. In addition, it allows the description of the lexical relationships established by a community or an individual. Among other applications, it is also used to investigate the domain of specialized vocabulary. METHODOLOGY. The research corpus consisted of 158 students who joined Universidad Politécnica de Zacatecas (Mexico) in 2018 and enrolled in the Industrial Engineering program. The centers

of interest that were used as a stimulus for the production of terminology were "Linear Algebra," "Calculus," "Equation," "Statistics," and "Industrial Engineering. RESULTS. The results showed that the most available words correspond to basic arithmetic. In contrast, terms of greater importance in the university performance of mathematical knowledge were not produced, are not known, and therefore it is necessary to teach the technology. DISCUSSION This article presents the results obtained through the methodology of the available lexicon applied in investigating the knowledge of mathematical terms by students of the Universidad Politécnica de Zacatecas. The hypothesis that motivated this work is that the lack of knowledge of mathematical terminology repercussions academic performance because it implies the absence of a conceptual configuration, indispensable in the understanding, exercise, and use of mathematics.

Keywords: Terminology, Lexicons, Mathematics, Mathematical Literacy.

INTRODUCCIÓN

En 2019, la Secretaría de Educación Pública de México dio a conocer las cifras de egreso de los diferentes niveles escolares (SEP, 2019). De cada 100 jóvenes que ingresaron a la primaria en los años 2002 y 2003, solo 35 llegaron a la licenciatura, pero de dicho nivel académico solo egresaron 25. En el estado de Zacatecas, la cifra es un poco más baja que la media nacional. Según el Departamento de Planeación de la SEP (2019, p. 15), solo 24 jóvenes de cada 100 concluyeron los estudios universitarios.

Según el último informe de la OCDE (2019), que da cuenta de los resultados PISA 2018, los estudiantes mexicanos tienen un puntaje muy bajo, si se comparan con la mayoría de los países que pertenecen a tal organización. En México, únicamente el 1% de los estudiantes alcanzó los niveles de competencia más altos (5 o 6) en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias; el 35% de los jóvenes evaluados no obtuvo un nivel mínimo (2) de dominio en tales disciplinas.

En matemáticas, las cifras específicas que la OCDE dio a conocer son preocupantes, dignas de interpretarse con seriedad. El 44% de los estudiantes mexicanos fue calificado en el nivel 2 o superior en matemáticas, lo que significa que son capaces de interpretar y "reconocer, sin instrucciones directas, cómo se puede representar matemáticamente una situación (simple) (por ejemplo, comparar la distancia total de dos rutas alternativas o convertir los precios en una moneda diferente)" (OCDE, 2019, p. 4).

En el dominio del lenguaje matemático, los estudiantes más avanzados, aquellos que alcanzan el nivel 5 o superior, pertenecen a países como China, Hong Kong y Corea, cuyos jóvenes evaluados pueden "modelar situaciones complejas matemáticamente y pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias apropiadas de resolución de problemas para tratar con ellos" (OCDE, 2019, p. 4).

En la medida en que México desea seguir perteneciendo a la OCDE y, por tanto, integrarse al desarrollo científico de punta, debe atender de manera urgente a lo que sucede en el aula, especialmente en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias. Las causas de deserción y desempeño académico son heterogéneas, pero destacan aquellas que son de carácter socioeconómico y de formación. En este artículo, abordamos las últimas, las que se explican a través de la competencia o incompetencia con la que los estudiantes se desenvuelven en el aula, específicamente en el área de matemáticas, a través de la metodología de la disponibilidad léxica que en el área de lingüística se utiliza para medir la disposición en la mente del individuo de conceptos, mediante una técnica de asociación de vocabulario.

Entre las diferentes opciones que un estudiante mexicano tiene para realizar estudios superiores, se encuentran las universidades politécnicas, las cuales, según la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), son un modelo de formación de ingenieros que rompe con la educación tradicional porque sus alumnos deben ser formados en dos años (Garza Vizcaya, 2003, p. 1); lo que hace que el reto de dominio lingüístico y matemático, sea mayor para quienes están encargados de enseñar y aprender en tales instituciones.

ANTECEDENTES TEÓRICOS

La teoría de la disponibilidad léxica y sus aplicaciones

Durante el siglo XX, Francia dio origen a la teoría y metodología de la disponibilidad léxica (López Chávez, 2003), teniendo como objetivo registrar aquellos vocablos que son parte del léxico básico de una lengua, pero que sólo aparecen en contextos muy específicos. El punto medular de la teoría es la asociación por libre recuerdo, es decir, permite mostrar el grado de espontaneidad de una palabra en la mente del individuo a partir de un estímulo llamado ‘centro de interés’.

Los cuestionarios tradicionales propuestos por el método de disponibilidad léxica incluyen 16 estímulos o centros de interés (CI), 1. Las partes del cuerpo, 2. La ropa: vestido y calzado, 3. La casa: el interior y sus partes, 4. Muebles y enseres domésticos, 5. Alimentos: comidas y bebidas, 6. Objetos colocados sobre la mesa, 7. La cocina y sus utensilios, 8. La escuela: muebles y útiles, 9. Electricidad y aire acondicionado, 10. La ciudad, 11. La naturaleza, 12. Medios de transporte, 13. Trabajos de campo y jardín, 14. Los animales, 15. Diversiones y deportes, 16. Profesiones y oficios (Muñoz Muñoz, 2014, p. 27); cada informante tiene tres minutos para producir todas las palabras que vengan a su mente una vez que ha escuchado o leído el centro de interés.

Juan López Chávez y Carlos Strassburger Frías (1987) crearon la fórmula matemática que permite la ponderación de los vocablos producidos a través del Índice de Disponibilidad Léxica (IDL). En otras palabras, el IDL revela el orden del lexicón o diccionario mental que posee todo hablante de una lengua (López-Chávez y Strassburger-Frías, 1987; Chávez y Frías, 2000); asimismo, refleja relaciones cognitivas del léxico y permite conocer el grado de estabilidad del vocabulario en una comunidad de hablantes. Entre más alto es el IDL el vocablo en cuestión goza de estandarización, es parte indiscutible del conocimiento compartido entre los informantes que conforman determinada muestra.

Además de ser un método cuantitativo y cualitativo que colabora en la elaboración de diccionarios, en la planificación de la enseñanza de vocablos y en la interpretación cultural (Muñoz Muñoz, 2014), la metodología de la disponibilidad léxica se ha utilizado para medir el grado de adquisición de terminología científica en áreas como la física y la medicina (Cortez Pérez, 2016) a partir de lo cual se ha podido planificar el reforzamiento y aprendizaje del vocabulario especializado. En el área de las matemáticas la teoría y la metodología de la disponibilidad léxica han sido utilizadas para medir el grado de apropiación disciplinar de alumnos de licenciatura, (Cerda, et al., 2017; Elsa et al., 2016; Ferreira et al., 2014; Madrigal Melchor et al., 2012), pero no se ha descrito qué sucede en una universidad tecnológica, cuyos estudiantes deben concluir sus estudios universitarios apenas en dos años.

Terminología y literacidad académica

Definido de manera sencilla, puede decirse que el léxico es el conjunto de palabras de una lengua (Lara, 2015, p. 143), sin embargo, una definición más compleja como la ofrecida por el Diccionario del Español de México (DEM) describe el léxico como “el conjunto de palabras pertenecientes a cierto grupo social, a cierta clase de trabajo o especialidad”, por tanto, como explica María Pozzi (2019, p. 275), el léxico especializado refleja la

estructura conceptual de la disciplina en que se usa, además proporciona, de manera ideal, el mismo número de unidades léxicas como conceptos hay en la disciplina.

Si se toma en cuenta el párrafo anterior, es fácil comprender por qué la literacidad académica (Moschkovich, 2015), definida como la apropiación de formas pertinentes en el uso del lenguaje y de estructuras semánticas de la disciplina (Chávez González; Cantú Ortiz, 2015), tiene en el léxico uno de sus componentes más importantes (Townsend et al 2012; González, 2015; Durrant, 2016; Nagy et al. 2017; Kleemans et al. 2018). En el caso del área de matemáticas el dominio de la terminología es indispensable en el momento de resolver ecuaciones y lograr un desarrollo conceptual (Schuth, Köhne y Weinert, 2017). Sin embargo, el acceso, la comprensión y disponibilidad del vocabulario terminológico puede ser un problema para el alumno, porque se trata de un léxico ajeno al mundo cotidiano o porque la connotación de determinadas estructuras lingüísticas, en apariencia de uso común, adquiere un sentido especializado.

La relación del vocabulario académico y el desempeño en matemáticas se ha probado con diferentes métodos (Baumann y Graves, 2010). A pesar de que las matemáticas son principalmente un aprendizaje de procedimientos estratégicos, su dominio también implica un aprendizaje verbal:

Las personas tenemos dos sistemas diferentes para valorar cantidades, un sistema de estimación, preciso e intuitivo, correspondiente a esa representación episódica de la cantidad, y un sistema simbólico de cálculo preciso. Sabemos también que ambos sistemas se apoyan en estructuras cerebrales diferentes. El sistema de cálculo, o simbólico, es claramente dependiente de las áreas del procesamiento del lenguaje, cosa que no sucede con el sistema de estimación, o episódico, del que se ocupan las áreas de representación del espacio. (Pozo, 2011, p. 84)

De manera que son explicables las recomendaciones acerca de la inversión de tiempo durante la clase de matemáticas para el aprendizaje del vocabulario especializado, (Riccomini et al., 2015). Coetzee y Mammen (2017) y Powell et al. (2016) también han comprobado la relación del dominio de terminología y el desempeño en el área de matemáticas.

La metodología de disponibilidad léxica permite saber cuál es el vocabulario especializado que los alumnos conocen:

Educators should also plan for and consider the math language they expect students to use; as such, teachers must not only model using formal and precise math language but expect students to do the same. Helping students with learning difficulties develop a strong math language base is essential for student understanding of math and communication about math. Although research in this area is emerging, there are several practices that may help (Powell, Stevens, y Hughes, 2019, s/p).

A pesar de que se postula que en la práctica docente es recomendable utilizar un vocabulario coloquial (Powell et al., 2019), en la enseñanza de las matemáticas es imprescindible el manejo de terminología porque forma por sí misma una lengua artificial. El lenguaje matemático se convierte en un obstáculo (D'Amore, Radford, y Bagni, 2017) entre el aprendizaje universitario cuando no se conoce, simplemente porque no ha sido enseñado explícitamente.

La hipótesis de este trabajo estriba en que el bajo dominio de terminología matemática repercute en el desempeño escolar de los estudiantes universitarios, quienes, debido al conocimiento deficiente de vocablos especializados, no tienen una configuración conceptual de las distintas áreas del conocimiento matemático, según pudo comprobarse a partir de la metodología de la disponibilidad léxica. Los jóvenes no distinguen las áreas básicas del conocimiento matemático ni conocen los conceptos nucleares de las mismas.

Es indispensable que durante la enseñanza de las matemáticas se programe la adquisición de terminología, es decir, el dominio de léxico especializado, propio del nivel universitario, "As the language of mathematics continues to become an emphasis in the development of mathematical proficiency, there is no question about the importance of spending instructional time to teach mathematics vocabulary", (Riccomini, Smith, Hughes, y Fries, 2015, s/p)

Por lo anterior, se midió el léxico del área de matemáticas de los alumnos de recién ingreso a la Universidad Politécnica de Zacatecas, utilizando la explicada metodología de la disponibilidad léxica. En el nivel universitario, el dominio de terminología es indispensable para que el estudiante tenga acceso al conocimiento científico. Como se dijo antes, la determinación del léxico disponible en torno a las matemáticas contribuye a la explicación y comprensión de fenómenos como la reprobación y deserción, pero también a la determinación de una de las variables ocultas que explican la ausencia de resultados positivos en evaluaciones como la de PISA, de la OCDE (2019).

METODOLOGÍA

La Universidad Politécnica de Zacatecas (UPZ, México) está situada en Fresnillo, uno de los municipios con mayor índice de desarrollo industrial de la entidad zacatecana. A dicha institución asisten jóvenes con una edad entre 17 y 21 años, quienes tienen una procedencia heterogénea, han hecho sus estudios previos tanto en comunidades rurales como urbanas y son egresados tanto de bachilleratos privados como públicos, de orientación humanista o tecnológica. Al ingresar a la UPZ, han decidido ser técnicos superiores universitarios especialmente en el área de ingeniería. La muestra de esta investigación estuvo conformada por 158 estudiantes de nuevo ingreso de la carrera de Ingeniería Industrial, que aprobaron con éxito el proceso de selección de ingreso y, además, concluyeron el curso propedéutico.

Como se ha hecho en otros trabajos (García, 2014; Cortez Pérez, 2016), el cuestionario de disponibilidad léxica se adecuó a los propósitos de esta investigación. Para conocer los vocablos del área de matemáticas de los alumnos de nuevo ingreso de la carrera de Mantenimiento Industrial, se utilizaron 6 centros de interés, 1. Objetos colocados sobre la mesa, que sirvió como control dado que pertenece a los estímulos tradicionales del léxico disponible y no al área de matemáticas. 2. Álgebra lineal, 3. Cálculo, 4. Ecuación, 5. Estadística, 6. Mantenimiento Industrial.

Las primeras unidades didácticas donde los futuros técnicos superiores universitarios deben demostrar sus conocimientos matemáticos tanto del área de ciencia básica como de la de ingeniería son Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Álgebra y Estadística, a tal realidad obedece la elección de tres centros de interés aplicados; se trata, además, de materias con altos índices de reprobación en la UPZ por las que los alumnos suelen dejar la escuela. El centro de interés ‘Ecuación’ se eligió porque corresponde a una herramienta algebraica común a muchos temas matemáticos, fue el cuarto estímulo utilizado para el registro de terminología para evitar el priming. El último, ‘Ingeniería Industrial’ se eligió para comprobar la relación que los estudiantes hacen entre las matemáticas y la carrera que han decidido estudiar.

El primer paso metodológico fue aplicar el cuestionario como lo marca el método del léxico disponible. Los informantes tuvieron 3 minutos para producir y registrar todos los vocablos relacionados con cada uno de los centros de interés.

El siguiente paso consistió en la codificación de los cuestionarios, la captura de los datos y la lematización, es decir, en el momento del registro computacional se realizó el proceso lexicológico que convierte las palabras en vocablos de manera que se procesen unidades léxicas y no variaciones de las mismas. Por ejemplo, ‘cantar’ es un vocablo, mientras que sus diferentes flexiones, ‘canté’, ‘cantó’, ‘cantaría’ son palabras. La lematización permite que el índice de disponibilidad léxica no se distribuya entre estructuras lingüísticas que son diferentes en su morfología, pero que semánticamente son una sola unidad léxica. Luis Fernando Lara lo explica así, “un vocablo es una unidad de cita que representa todo el paradigma de flexiones, derivaciones o conjugaciones que se forman a partir de una raíz o de un núcleo morfosemántico y que se reconocen como palabras.” (Lara, 2015, p. 138).

En el tercer paso, los datos se procesaron en DispolexW (Echeverría et al., 2006), un programa de licencia libre que usa como base de los cálculos la fórmula del léxico disponible de López Chávez y Strassburguer (2000) también llamada Fórmula México. El exponente usado en la fórmula resulta en una función asintótica

a cero, es decir, nunca habrá un resultado cuyo valor sea cero, así pues, los valores resultantes mantienen su capacidad discriminante (Urzúa et al., 2006). El objetivo es ponderar la frecuencia de un vocablo con respecto a su lugar de aparición en la lista generada por los informantes (Ferreira y Echeverría, 2010). En pocas palabras, ofrece un índice que explica no sólo la frecuencia de aparición sino también qué tan disponible está en la mente de los informantes respecto de otros vocablos.

Una vez que los datos se procesaron y se obtuvo el IDL de los vocablos terminológicos, estos se analizaron a partir del IDL y de la frecuencia acumulada (FA). Son representativos aquellos que aparecen antes del 75% de FA porque corresponden al conocimiento compartido por los integrantes de la muestra. Aquellos vocablos cuyo IDL aparece después del 75% de FA están sólo en el dominio de algún individuo, no del grupo escolar.

El siguiente paso fue delimitar cuáles de los términos producidos corresponden al centro de interés y cuáles, por el contrario, no son parte del campo semántico requerido, lo cual en relación con el bajo índice de disponibilidad del vocabulario que sí es específico de rubro requerido comprueba la hipótesis que dio origen a este trabajo: hay una relación fundamental entre el índice de disponibilidad del vocabulario terminológico y el dominio de las matemáticas, por lo que es indispensable la enseñanza de léxico terminológico durante la clase de matemáticas inclusive en el nivel universitario.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al centro de interés “Álgebra lineal”, se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 1
Centro de Interés 02 (Álgebra)

Centro de Interés 02 (Álgebra)		
Vocablo	IDL	Frecuencia
Números	0.667	112
		014
Sumas	0.385	85
		030
Matemáticas	0.347	68
		980
Restas	0.338	85
		363
Multiplicaciones	0.333	82
		068

Elaboración propia

El vocablo ‘números’ es el de mayor IDL, ello implica que fue, por un lado, el término que más se produjo entre los informantes, apareció en los primeros lugares de la lista. Se debe llamar la atención sobre el hecho de que en este centro aparecieran vocablos con un alto IDL que pertenecen a la aritmética, tales como ‘sumas’, ‘restas’ y ‘multiplicaciones’. El vocablo propio del álgebra lineal que tiene mayor IDL en este centro es ‘ecuaciones’ con 0.263 457 626. Con una ubicación más baja, se registró ‘letras’ cuyo IDL es de 0.289 701 045. ‘Matrices’, un término característico del álgebra lineal, aparece, sin embargo, con un IDL de .015510, hacia el 83% de FA, es decir, no se trata de un vocablo que esté en la mente del colectivo de estudiantes, sino sólo en la de algún individuo. Sólo 25 términos aparecen dentro del 75% de FA.

TABLA 2

Centro de Interés 03 (Cálculo)		
Vocablo	IDL	Frecuencia
Números	0.417	77
	040	
Integrales	0.282	50
	150	
Derivadas	0.198	38
	479	
Operaciones	0.188	38
	390	
Fórmulas	0.184	43
	508	

Elaboración propia

En el centro de interés ‘Cálculo’, es de notar que el primer vocablo es ‘números’, el mismo que se registró en el centro de interés anterior. Vale hacer la observación de que también en los centros de interés ‘Ecuación’ y ‘Estadística’ el vocablo ‘números’ es el que ocupa el primer lugar del IDL. Las voces ‘integrales’ y ‘derivadas’, cuyo procesamiento se hizo así, en plural, debido a que tal flexión predomina frente a su uso en singular, ocuparon el segundo y tercer lugar.

Un concepto que es crucial para el estudio del cálculo y que, además, le da solidez al desarrollo conceptual, es ‘función’, el cual apareció hacia el 70.8% de FA, con un IDL de .030394, en el mismo CI.

La importancia del estudio del sentido de variación de funciones radica en que es un tema indicado como obligatorio en los planes y programas de estudio del tercer año del nivel medio superior, en México. Se trata de un contenido integrador en donde convergen y se necesitan los principales conceptos del cálculo diferencial, así como una madurez de razonamiento matemático en los alumnos para poder entender y aplicar los teoremas y resultados que fundamentan este análisis. (Cabañas, Locia, y Morales, 2019)

Si se toma en cuenta la cita anterior, lo más deseable habría sido que ‘función’ apareciera en los primeros lugares del IDL, sin embargo, la posición que ocupa, aunque se trate de un concepto producido por la mayoría de los informantes da cuenta de la baja disponibilidad que tiene en la mente de los informantes.

TABLA 3
Centro de Interés 04 (Ecuación)

Centro de Interés 04 (Ecuación)		
Vocablo	IDL	Frecuencia
Números	0.443	76
	008	
Ley de signos	0.248	53
	756	
Multiplicaciones	0.232	58
	472	
Sumas	0.228	55
	752	
Letras	0.197	39
	722	

Elaboración propia

El centro de interés ‘Ecuación’ tiene dentro del 75% de FA tres tipos de vocablos: los referentes a la aritmética, los propios del álgebra y los que están relacionados con acciones que los alumnos ejecutan durante la clase de matemáticas, tales como ‘resultados’, ‘problemas’ y ‘solución de problemas’, con los

IDL .538540, .557040, .576567, respectivamente, hacia el 50% de FA. Debe notarse que estos términos no son conceptos matemáticos.

En el centro de interés ‘Estadística’, se produjo el menor número de vocablos y es el que mayor índice de cohesión presenta. Los vocablos que se registran en las posiciones cuarta y sexta del IDL (tablas y porcentajes) aparecen en el resto de los CI (Álgebra, Cálculo, Ecuación). Sin embargo, en cuanto a terminología, son los más atinados. El vocablo ‘números’, como se mencionó con antelación aparece en primer lugar, le siguen ‘gráficas’, ‘probabilidades’, ‘tablas’ que son de manera clara parte del tecnolecto, es decir, son característicos de la disciplina.

Para el caso del CI “Ingeniería Industrial” el vocablo que mayor IDL tiene es ‘matemáticas’ con un índice de 0.297 673, en la posición 2. El segundo vocablo relacionado con ciencias básicas es ‘física’ con un IDL de 0.102 19, en el lugar 8; finalmente el vocablo ‘números’, que apareció en primer lugar en los CI ‘Álgebra’, ‘Cálculo’ y ‘Ecuación’ se registra en la posición 11, con el IDL 0.080816.

TABLA 4.
Índices generales

Centro de Interés	Objetos colocados...	Álgebra Lineal	Cálculo	Ecuación	Estadística	Ing. Indus
Total de Palabras	1480	1346	996	973	812	937
Número de Vocablos	125	170	171	156	190	236
Promedio de Palabras	9.93289	9.03356	6.68456	6.53020	5.44966	6.28859
Índice de Cohesión	0.07946	0.05314	0.03909	0.04186	0.02868	0.02664

Elaboración propia

Los índices de cohesión son pobres en casi todos los CI, esto es, hay una diversidad importante en las respuestas que dieron los informantes y, por tanto, poca claridad de lo que debe saberse. El centro que más palabras produjo fue el de “Ingeniería Industrial”. Hay una coincidencia en los primeros lugares de los CI “Álgebra lineal”, “Cálculo”, “Ecuación” y “Estadística”, todos registran el conglomerado semántico o clúster conformado por ‘suma’, ‘resta’, ‘multiplicación’, ‘división’.

TABLA 5
Clústeres en cualquier orden de largo 4

Centro de Interés	Cantidad	Clúster
"Álgebra"	53	Sumas, Multiplicaciones, Restas, Divisiones
"Cálculo"	15	Sumas, Multiplicaciones, Restas, Divisiones
"Ecuación"	23	Sumas, Multiplicaciones, Restas, Divisiones
"Estadística"	7	Sumas, Multiplicaciones, Restas, Divisiones

Elaboración propia

Los clústers o subcentros constituyen por sí mismos una forma de análisis, a través de su estudio “es posible conocer qué tipo de fenómeno asociativo ha llevado a la mente de un hablante una palabra y no otra (Santos Díaz, 2017, p. 4) de modo que, en este caso, destaca que sean las operaciones básicas de aritmética un clúster

común en todos los CI. Por otro lado, también resalta la ausencia de otros subcentros de la misma longitud en cualquiera de los centros.

Es notable que el vocablo con mayor IDL en los diferentes centros de interés sea ‘números’, porque es un indicador de la pobreza en la producción y conocimiento de terminología matemática; ‘números’ es una voz producida en el español general, no puede considerarse un léxico especializado; los informantes lo han aprendido desde el primer año de vida escolar o inclusive antes; el que ocupe los primeros lugares en la mente de los estudiantes, no sólo en los niveles básicos sino también en la educación superior (Sastre-Vazquez et al., 2013) debe relacionarse con los bajos niveles en el estado del conocimiento matemático previo de estos alumnos (Magallanes-Ulloa, 2017). No hay mentes renovadas que den cuenta de una construcción piramidal del conocimiento.

En los niveles educativos previos a la universidad, el conocimiento matemático suele dirigirse al pasado. Por ejemplo, en la enseñanza del cálculo se puede observar una algebraización; en el álgebra, una aritmetización [sic] (Laguna et al. 2016). Esta aritmetización es observable en los clústeres de longitud, la aparición en primer sitio de ‘suma’, ‘resta’, ‘multiplicación’ y ‘división’. Los clúster o lexical bundle (non pre-fabricated) son indicios del grado de comprensión del alumno y, por otro lado, de currículo oculto en el modelo de enseñanza (Herbel-Eisenmann et al., 2010).

La Tabla 4, Índices Generales, está liderada por el CI que se usó como control. Como se esperaba, los informantes produjeron más palabras de algo que les resulta cotidiano, los objetos colocados sobre la mesa, un centro de interés que no contiene vocabulario especializado. Aunque el segundo CI “Álgebra lineal” se acerca al total de palabras del centro de interés control, el número de vocablos es, por el contrario, mayor; ello implica que, si bien los informantes registraron un número similar de respuestas, hubo mayor dispersión, evidenciando así la heterogeneidad en la formación previa. De hecho, se puede observar el mismo fenómeno en los otros CI que corresponden a disciplinas matemáticas, pero se habla de solo un 67% del total de las palabras producidas. Se tiene una producción mucho más limitada pero además muy dispersa.

Como se señaló con antelación, los vocablos contenidos hasta el Q3 no necesariamente corresponden al campo matemático propuesto como centro de interés. Si bien la razón puede estar en que la mente no es propiamente ordenada y en que, si hay cierto orden depende de lo que se ha aprendido primero, quedan las ausencias como síntoma. En el caso del CI “Cálculo”, los vocablos ‘crecimiento’, ‘pendiente’ y ‘curva’ que pudieran relacionarse con el concepto ‘función’ están ausentes, lo cual en términos conceptuales es una omisión a considerarse:

La importancia del estudio del sentido de variación de funciones radica en que es un tema indicado como obligatorio en los planes y programas de estudio del tercer año del nivel medio superior, en México. Se trata de un contenido integrador en donde convergen y se necesitan los principales conceptos del cálculo diferencial, así como una madurez de razonamiento matemático en los alumnos para poder entender y aplicar los teoremas y resultados que fundamentan este análisis. (Cabañas et al., 2019, p. 2)

La mayoría de los libros canónicos en la enseñanza del Cálculo (de autores como Apostol (2007), Spivak (1988) y Stewart (2012) entre otros) tratan el tema de ‘función’ como una primera aproximación al cálculo. En el mismo CI es notable la ausencia del vocablo ‘límite’, con lo cual puede comprobarse la ‘algebraización’ del cálculo, pues tales voces no están en la mente de los estudiantes.

En el CI “Ecuación” se registraron vocablos que tienen que ver con la cotidianidad del aula y los quehaceres escolares. Esto es, los vocablos encontrados en el Q3 son parte de la aritmética básica (como ‘ley de los signos’ con un IDL de .248756 y una FA de .132579), otros son propios del objeto matemático (si se considera ‘suma’, ‘resta’, ‘multiplicación’ y ‘división’ como operaciones algebraicas, además de ‘letras’ con un IDL .197722 y una FA de .288797). Otros términos ya señalados como ‘solución a un problema’ o ‘problemas’ pueden constituir una categoría que refleja el contrato didáctico del profesor. El hecho de que aparezcan estos vocablos no describe el objeto matemático en sí, sino su uso. Los alumnos no describen las características de una ecuación sino lo que les sirve para resolver problemas propuestos por el docente o

por el libro de texto. Tales hechos refuerzan la idea de una ‘aritmización’ en tanto que en esta categoría los alumnos no aluden al objeto matemático sino a operaciones aritméticas y solución de problemas sin evidenciar un desarrollo conceptual.

El CI “Estadística” muestra un comportamiento singular, los vocablos contenidos en el Q3 corresponden a conceptos propios de la estadística, sin embargo, la producción es pobre, lo que comprueba que el papel que se le da al cálculo, culturalmente hablando, es protagónico. Tradicionalmente el cálculo es el pináculo de la formación matemática académica, la percepción social que se tiene de alguien “bueno en matemáticas” consiste en aquella persona que ha dominado el cálculo dejando la estadística en un papel secundario (Capaldi, 2019). Sin embargo, la carrera de Ingeniería Industrial está más orientada hacia la estadística, prueba de ello es que la seriación más larga en el currículo de la Universidad Politécnica parte de la unidad didáctica Probabilidad y estadística.

Al continuar el análisis del mismo CI, “Estadística”, se realizaron hallazgos en términos conceptuales. El segundo vocablo es ‘gráfica’ con un IDL de .352202 y una FA de .163793, es un vocablo propio de tal parcela del conocimiento pero suele usarse erróneamente al confundir el objeto con su representación (Duval, 1999). La experiencia nos ha enseñado que, dentro de la unidad didáctica Probabilidad y Estadística, el tema que más trabajo cuesta a los alumnos es el de ‘probabilidad’, que como término en la muestra aparece en tercer lugar con un IDL de .052786 y una FA de .598521; en los primeros lugares se ubicaron los vocablos ‘variables’ (que puede no necesariamente ligarse a probabilidad) y ‘conteo’ (apenas fuera del Q3, con una FA de .77709). El resto de los vocablos está relacionado con la estadística descriptiva, salvo las excepciones ya mencionadas de voces correspondientes a la aritmética.

En el caso de los clústeres o subcentros pudo observarse la fuerza asociativa de los informantes. El comportamiento de los vocablos que conforman los clústeres da cuenta de la aritmética básica; no se detectaron clústeres (con una longitud de 4 términos) que pertenezcan a las matemáticas del nivel superior o universitario, ni siquiera del medio superior. Sin ambages se puede aseverar que el conocimiento matemático previo de los alumnos que llegan a la Universidad Politécnica de Zacatecas es endeble.

CONCLUSIONES

Hay evidencia empírica de la relación entre el aprendizaje y comprensión de las matemáticas y el dominio lingüístico de los alumnos, especialmente en lo que corresponde al manejo de terminología. A través de esta investigación, el vocabulario especializado del área de matemáticas pudo describirse de manera cuantitativa, además, la interpretación cualitativa permitió demostrar el estado del conocimiento matemático de los informantes mediante los IDL.

Como se mencionó con antelación es notable la aparición del vocablo ‘números’ en los primeros lugares de los diferentes centros de interés que se trabajaron. Como contraparte, resalta la ausencia de vocablos relacionados con el desarrollo conceptual del cálculo (como podría ser ‘función’). Lo anterior, aunado a los niveles de reprobación y los bajos resultados en pruebas como la dirigida por la OCDE, permite concluir que sí hay una correlación entre el conocimiento matemático y el IDL. Por otro parte, el IDL exhibe el rezago en el desarrollo conceptual del cálculo y el álgebra, pues los vocablos que se registraron en su mayoría están relacionados con la aritmética y no con dichas disciplinas.

Finalmente, respecto al ámbito de la percepción cultural, existe la creencia de que los ingenieros, por la naturaleza de su formación, “son buenos en matemáticas”, lo cual tiene un sólido fundamento en el hecho de que las ingenierías se nutren mayoritariamente de las ciencias básicas. Sin embargo, los resultados encontrados demuestran que los alumnos se inscriben en la universidad sin contar con un conocimiento que les permita transitar con fortuna por tal paisaje académico, situación que ayuda a entender los índices de reprobación en unidades didácticas de ciencias básicas, de manera especial, en los primeros niveles de la currícula universitaria.

Como acción correctiva se recomienda dedicar tiempo instruccional al aprendizaje del vocabulario matemático especializado.

REFERENCIAS

- Apostol, T. M. (2007). *Calculus*. Vols. 1 y 2. Barcelona: Reverté.
- Barrow, M. A. (2014). Even math requires learning academic language. *Phi Delta Kappan*, 95(6), 35-38. <https://kapanonline.org/math-requires-learning-academic-language-barrow/>
- Baumann, J. and Graves, M. (2010). What Is Academic Vocabulary? *Journal of Adolescent y Adult Literacy*. 54(1), 4-12. <https://doi.org/10.1598/JAAL.54.1.1>
- Cabañas, O., Locia, E., y Morales, A. (2019). Ingeniería Didáctica para el estudio de la variación de las funciones: Análisis preliminar. En Morales-López, Y. y Ruiz, Ángel. *XV Conferencia Interamericana de Educación Matemática* (pp. 2552-2560). Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Capaldi, M. (2019). Mathematics Versus Statistics. *Journal of Humanistic Mathematics*, 9(2), 149-156. <https://doi.org/10.5642/jhummath.201902.10>
- Cerda, G. A., Salcedo, P. A., Pérez, C. E. y 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. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000100005>
- Chan, S. (2015). Linguistic challenges in the mathematical register for EFL learners: linguistic and multimodal strategies to help learners tackle mathematics word problems. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 18(3), 306-318. <https://doi.org/10.1080/13670050.2014.988114>
- Coetzee, J. y Mammen, K. J. (2016). Challenges Faced by Entry-level University Students in Word Problems Involving Fractions Terminology. *International Journal of Educational Sciences*, 15(3), 461-473 <https://doi.org/10.1080/09751122.2016.11890556>
- Cortez Pérez, G. (2016). *Una aplicación de la disponibilidad léxica. Los autores de obras literarias más disponibles entre los estudiantes de diez licenciaturas de la UAZ*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Durrant, P. (2016). To what extent is the Academic Vocabulary List relevant to university student writing? *English for Specific Purposes*, 43, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.esp.2016.01.004>
- Echeverría, M. S., Urzua, P. y Figueroa, J. F. (2006). *Dispogen. Programa computacional para el análisis de la disponibilidad léxica*. Concepción: Universidad de Concepción.
- Elsa, M., Valle, D., Salcedo, P., and Ferreira, A. (2016). Analyzing the Availability of Lexicon in Mathematics Education Using no Traditional Technological Resources. *International Journal of Supply Chain Management*, 5 (2), 144–149 <http://ijis-scm.bsne.ch/ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/view/1177.html>
- Ferreira, A., Salcedo, P. y del Valle, M. (2014). Estudio de disponibilidad léxica en el ámbito de las matemáticas. *Estudios Filológicos*, 54(1), 69-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0071-17132014000200004>
- Ferreira, R. y Echeverría, M. S. (2010). Redes semánticas en el léxico disponible de inglés L1 e inglés LE. *Onomázein* (21), 133-153. <http://ojs.uc.cl/index.php/onom/article/view/32031/41229>
- Garza-Vizcaya, E. (2003). Las universidades politécnicas. Un nuevo modelo en el sistema de educación superior en México. *Revista de la Educación Superior en México*, 32 (6), 6 http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista126_S2A5ES.pdf
- García, F. P. (2014). A vueltas con la selección de “centros de interés” en los estudios de disponibilidad léxica: para una propuesta renovadora a propósito de la disponibilidad léxica en ELE. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a La Enseñanza de Lenguas*. (16), 54-59. https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_52f7c94626b2b.pdf
- González, G. (2015). The use of linguistic resources by mathematics teachers to create analogies. *Linguistics and Education*, 30(1), 81-96. <https://doi.org/10.1016/j.linged.2015.03.012>

- Herbel-Eisenmann, B., Wagner, D., and Cortes, V. (2010). Lexical bundle analysis in mathematics classroom discourse#, the significance of stance. *Educational Studies in Mathematics*, 75(1), 23-42. <https://doi.org/10.1007/s10649-010-9253-6>
- Kleemans, T., Segers, E., and Verhoeven, L. (2018). Role of linguistic skills in fifth-grade mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 167(2018), 404-413. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.11.012>
- Laguna, J., Arellano, M. y Santacruz, V. (2016). Problemática de la enseñanza y evaluación de las matemáticas en la formación para ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 4(2), 1-9. <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/198>
- Lara, L. (2015). *Curso de lexicología*. México D.F.: El Colegio de México.
- López Chávez, J. y Strassburger Frías, C. (1987). Otro cálculo del índice de disponibilidad léxica. En *Actas Del IV Simposio de La Asociación Mexicana de Lingüística Aplicada*, México D.F: UNAM, 1006-1014.
- Madrigal-Melchor, J., Rivera-Juarez, J. M., Enciso-Muñoz, A., and López-Chávez, J. (2012). Disponibilidad léxica para medir el crecimiento conceptual de electricidad. *Lat. Am. J. Phys. Educ*, 6(4), 648-651. http://www.lajpe.org/dcc2012/21_LAJPE_706_Jesus_Madrigal_preprint_corr_f.pdf
- Magallanes Ulloa, E. (2017). *Estado del conocimiento matemático previo de los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Zacatecas* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de Zacatecas, México.
- Moschkovich, J. N. (2015). Academic literacy in mathematics for English Learners. *Journal of Mathematical Behavior*, 40, 43-62. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.01.005>
- Muñoz Muñoz, M. (2014). El léxico disponible en dos regiones de Zacatecas. Una lectura a partir de la memética, la teoría de la evolución cultural. Zacatecas: Taberna Librería Editores.
- Nagy, W., Townsend, D., Lesaux, N., and Schmitt, N. (2012). Words as tools, Learning academic vocabulary as language acquisition. *Reading Research Quarterly*, 47(1), 91-108. <https://doi.org/10.1002/RRQ.011>
- OCDE (2020). *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos (PISA). PISA 2018 Resultados*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Powell, S. R. and Driver, M. K. (2015). The Influence of Mathematics Vocabulary Instruction Embedded Within Addition Tutoring for First-Grade Students with Mathematics Difficulty. *Learning Disability Quarterly*. 38(4), 221-233. <https://doi.org/10.1177/0731948714564574>
- Powell, S. R., Driver, M. K., Roberts, G., and Fall, A.-M. (2017). An analysis of the mathematics vocabulary knowledge of third- and fifth-grade students, Connections to general vocabulary and mathematics computation. *Learning and Individual Differences*, 57, 22-32. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.05.011>
- Pozo, J. (2011). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza.
- Pozzi, M. (2019). Un acercamiento a la lexicografía y terminografía. En Palacios, N. *Voces de la lingüística contemporánea*. México D.F., El Colegio de México, 419-480. <http://hdl.handle.net/2183/22527>
- Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M., and Fries, K. M. (2015). The Language of Mathematics, The Importance of Teaching and Learning Mathematical Vocabulary. *Reading and Writing Quarterly*. 31(3), 235-252. <https://pennstate.pure.elsevier.com/en/publications/the-language-of-mathematics-the-importance-of-teaching-and-learn>
- Sastre-Vazquez, P., Andrea, R. D., Villacampa, Y., and Navarro-Gonzalez, F. J. (2013). Do First-year University Students Understand the Language of Mathematics? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93(231), 1658-1662. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.097>
- Schuth, E., Köhne, J. K., and Weinert, S. (2017). The influence of academic vocabulary knowledge on school performance. *Learning and Instruction Journal*. 49, 157-165. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.01.005>
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2019). *Principales cifras del sistema educativo nacional 2018-2019*. https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2018_2019_bolsillo.pdf

- Stewart, J. (2012). *Cálculo de una variable: Trascendentes tempranas*. México D.F.: Cengage Learning.
- Spivak, M. (1988). *Cálculo infinitesimal*. Barcelona: Reverté.
- Townsend, D., Filippini, A., Collins, P., and Biancarosa, G. (2012). Evidence for the Importance of Academic Word Knowledge for the Academic Achievement of Diverse Middle School Students. *The Elementary School Journal*, 112(3), 497-518. <https://doi.org/10.1086/663301>
- Urzúa, P., Saez, K. y Echeverría, M. (2006). Disponibilidad Léxica Matemática. Análisis cuantitativo y cualitativo. *Revista de Lingüística Teórica y Aplicada*, 44(2), 59-76. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48832006000200005>