



ISSN: 2603-9982

Jiménez-Miranda, H. y Vega-Castro, D. (2025). El sentido estructural en la traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(3), 17-35

## EL SENTIDO ESTRUCTURAL EN LA TRADUCCIÓN DE EXPRESIONES VERBALES A EXPRESIONES ALGEBRAICAS

Héctor Jiménez-Miranda, Universidad de Panamá, Panamá

Danellys Vega-Castro, Universidad de Panamá, Panamá

### **Resumen**

*La traducción de expresiones verbales a algebraicas es un desafío clave en el aprendizaje del álgebra. Es un proceso que requiere identificar estructuras para una representación simbólica coherente, por lo que ha llevado esta investigación a centrarse en el constructo sentido estructural. Se trabajó con 11 estudiantes de Licenciatura en Educación Primaria de la Universidad de Panamá. Se aplicó una metodología cuasiexperimental con inducción no estructurada y luego estructurada. Los resultados mostraron confusión entre operaciones de producto y potencia, y errores de orden en frases no secuenciales. Los estudiantes con mayor nivel de sentido estructural realizaron traducciones más coherentes. Se concluye que fortalecer este constructo mejora la comprensión y enseñanza del álgebra de los futuros docentes.*

**Palabras clave:** *sentido estructural, traducción, expresión verbal, expresión algebraica.*

### **The structural meaning in the translation of verbal expressions into algebraic expressions**

### **Abstract**

*Translating verbal expressions into algebraic ones is a key challenge in learning algebra. This process requires identifying structures for a coherent symbolic representation, which is why this research focused on the construct of structural sense. Eleven undergraduate students in Primary Education at the University of Panama participated in the study. A quasi-experimental methodology was applied, using unstructured and then structured induction. The results showed confusion between multiplication and exponentiation operations, as well as errors in word order in non-sequential phrases. Students with a higher level of structural sense produced more coherent translations. The study concludes that strengthening this construct improves the understanding and teaching of algebra for future teachers.*

**Keywords:** *structural sense, translation, verbal expression, algebraic expression*

## INTRODUCCIÓN

La traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas constituye uno de los desafíos más significativos en el aprendizaje de la matemática. Este proceso, además de requerir dominio de conceptos matemáticos, demanda la capacidad de identificar y comprender estructuras fundamentales. Desde esta perspectiva, la matemática se concibe como un lenguaje compuesto por diferentes sistemas de representación —verbal, gráfico, numérico y simbólico—, y construir conocimiento matemático implica transitar entre dichos sistemas mediante procesos de traducción.

En este trabajo se explora cómo el sentido estructural interviene en dichos procesos de traducción y cómo puede ser potenciado para mejorar tanto la traducción como la comprensión global de los conceptos matemáticos. La investigación se sustenta en aportes cualitativos de Rodríguez-Domingo (2015), quien analizó los errores y dificultades que presentan los estudiantes al traducir entre los sistemas de representación verbal y simbólico. Aunque los estudiantes realizan estas traducciones en situaciones puntuales —como al simbolizar un problema contextual, graficar una función a partir de datos o escribir una ecuación en notación algebraica—, dichos procesos se abordan de manera superficial y no se orientan hacia un aprendizaje significativo ni estructurado. Luego, a medida que los contenidos matemáticos se vuelven más complejos, también lo hace la traducción entre representaciones. Si el estudiante no desarrolla la capacidad de traducir correctamente expresiones sencillas, carecerá de las bases necesarias para enfrentar traducciones más avanzadas.

Las dificultades señaladas pueden estar relacionadas con el enfoque de enseñanza, ya que la traducción entre sistemas de representación requiere reorganización estructural (Duval, 2006), no suele organizarse de forma secuencial o progresiva, lo cual impide que el estudiante construya un aprendizaje acumulativo y estructurado, derivando más bien en un aprendizaje fragmentado.

Según Rodríguez-Domingo (2016), resulta necesario enfatizar la traducción de expresiones algebraicas debido a su relevancia en múltiples situaciones matemáticas que requieren pasar de un sistema de representación a otro, incluso cuando ello no se menciona explícitamente (pues se asume que comprender el problema basta para resolverlo). Por tanto, es imprescindible enseñar a los estudiantes a identificar la estructura de las expresiones, reconocer sus componentes y comprender cómo se relacionan para formar una entidad matemática coherente (Vega-Castro et al., 2012).

## ANTECEDENTES

La capacidad de transitar entre distintos sistemas de representación es un aspecto fundamental en el aprendizaje del álgebra. Sin embargo, esta alfabetización matemática se encuentra en retroceso, como lo evidencian numerosas investigaciones dedicadas a identificar, describir y analizar las dificultades y errores que presentan los estudiantes desde el álgebra hasta el cálculo. La literatura coincide en que los estudiantes se desorientan al pasar de un sistema de representación a otro. Según Molina (2014), este proceso es cognitivamente complejo: no solo exige comprender y conocer el uso de los sistemas de representación implicados, sino también distinguir la información esencial que define un concepto para poder trasladarlo adecuadamente a otro sistema.

El tránsito entre sistemas de representación, conocido como traducción, implica transformar un objeto matemático de un sistema a otro preservando su significado (Gómez, 2007). De acuerdo con el NCTM (2003), la capacidad de traducir entre

representaciones matemáticas es una habilidad crítica para aprender y hacer matemáticas. Rodríguez y Torrealba (2017) señalan que muchas de las dificultades en el aprendizaje del álgebra se atribuyen al escaso dominio de los códigos del lenguaje matemático (verbal, simbólico, gráfico o numérico), necesarios para operar con los objetos matemáticos y expresar las relaciones entre ellos. En esta misma línea, Molina (2014) enfatiza que tanto los documentos curriculares como las investigaciones académicas reconocen que la traducción entre sistemas de representación constituye un componente esencial de la competencia matemática que se busca desarrollar en la educación obligatoria o secundaria.

En la revisión de la literatura se identificó que la enseñanza y el desarrollo de habilidades para traducir del lenguaje matemático verbal al lenguaje matemático algebraico han sido abordados desde diversas perspectivas, pero sin recurrir al constructo de sentido estructural. Este constructo se vincula al estudio de las estructuras particulares de las expresiones algebraicas y al análisis de cómo los estudiantes utilizan dichas estructuras para desempeñarse eficazmente en tareas algebraicas (Vega-Castro, 2013). En esencia, el sentido estructural analiza cómo un estudiante realiza operaciones algebraicas con comprensión de la estructura subyacente, empleando manipulaciones apropiadas en cada caso (Bolaños-Barquero y Segovia, 2021).

Las investigaciones sobre sentido estructural examinan las estrategias utilizadas por los estudiantes para aplicar técnicas aprendidas en tareas que involucran expresiones algebraicas (Hoch y Dreyfus, 2007). Resulta pertinente analizar el rol de este constructo en el contexto de la traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico, proceso que implica generar una expresión simbólica que represente de manera explícita el significado contenido en la expresión verbal original.

En esta investigación se ha identificado que, para traducir de un sistema de representación a otro—especialmente cuando los conceptos difieren entre ambos—, no basta con aplicar técnicas memorizadas o estrategias convencionales (como el uso de palabras clave, la traducción literal o el razonamiento lógico), se requiere algo más que memoria mecánica o métodos estándar (Vega-Castro et al., 2012), lo cual justifica abordar la traducción desde la perspectiva del sentido estructural.

En este contexto surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Interviene el sentido estructural en la traducción de expresiones del lenguaje verbal al lenguaje algebraico? ¿Cómo se manifiesta la percepción estructural en este proceso de traducción?

Para responder estas preguntas, resulta conveniente analizar la percepción estructural en dos momentos del proceso de traducción. Cada sistema de representación —verbal o algebraico— funciona como un sistema de códigos que permite expresar ideas o conceptos abstractos, los cuales deben transformarse para ser representados adecuadamente en el segundo sistema (Rico, 2000). Este proceso comprende dos fases, descodificación y codificación, cuyo objetivo consiste en la descripción que realiza el estudiante, enfocándose en la estructura de la expresión verbal y cómo dicha estructura es interpretada y llevada a una expresión simbólica. Estas dos fases se definen en este trabajo de la siguiente forma:

### **Descodificación**

Es la actividad de comprensión e interpretación de la estructura gramatical dada, donde el estudiante-traductor debe razonar y comprender de forma lógico-matemática el significado (Radford, 2000) de la expresión dada en lenguaje verbal, a fin de trasladarla correctamente al sistema de representación algebraico sin alterar su estructura interna.

## Codificación

Consiste en escribir, en el sistema de representación simbólico o algebraico, el significado equivalente (Radford, 2000) a la expresión planteada verbalmente, estableciendo la relación simbólica entre signos que designan el mismo objeto matemático.

Estas dos fases están en función de la definición de estructura interna y estructura externa presentada por Hoch y Dreyfus (2004) y Vega-Castro (2013). Estos autores expresan que la estructura externa concierne a la forma o apariencia externa de una expresión algebraica dada, a los signos que relacionan los elementos y al orden entre los mismos, mientras que la estructura interna atiende o hace referencia al valor de la expresión. De forma que dos expresiones que comparten estructura interna son equivalentes, y viceversa. Esta definición, de estructura interna y externa que representa la base del sentido estructural, fue el enfoque seguido por Vega-Castro, Molina y Castro (2012) quienes en una experiencia realizada solicitan a los estudiantes generar expresiones algebraicas distintas a una dada, pero conservando la misma estructura. Esta experiencia implicó una forma de traducción estructural, considerando que los estudiantes debían producir en cada caso una nueva expresión tomando en consideración una estructura simbólica previa. Esta actividad requería el reconocimiento de similitudes en subestructuras, observar las relaciones existentes entre los términos de la expresión y expresar la posterior transformación de un lenguaje dado a una misma estructura, pero expresada con letras y números diferentes, lo que implica una forma de traducción no solo verbal, sino también simbólicamente. Expresado de otra forma, aunque estas autoras no manifiestan traducción verbal a algebraica en ese artículo, si involucran la traducción considerando que el uso de igualdades notables requiere ver la estructura de la expresión, requiere reconocer cómo una determinada expresión algebraica se corresponde con una identidad estructural (ej., la expresión cuadrado de un binomio  $(a + b)^2$  se corresponde con la expresión del trinomio cuadrado perfecto  $(a^2 + 2ab + b^2)$ ). Proceso considerado de alta relevancia en la traducción entre representaciones y específicamente para el sentido estructural. En esta misma línea Vega-Castro (2022) evidencia el sentido estructural dentro de un determinado nivel de traducción más avanzado, realizado con las funciones lineales inversas. En este estudio, la autora, analiza como los estudiantes perciben la estructura interna de este tipo de funciones, qué patrones algebraicos y geométricos emergen de ellas y cómo generalizarlas. Es decir, examina la forma subyacente de las funciones lineales inversas, mostrando cómo se conectan sus componentes algebraicos (coeficientes, variables, recíprocos, dominio y codominio) con su representación geométrica (la gráfica de la función).

## IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de comprender cómo el sentido estructural interviene en los procesos de traducción del lenguaje matemático verbal al lenguaje matemático algebraico, una habilidad esencial pero poco desarrollada en la educación secundaria y universitaria. En particular, la investigación analiza el desempeño de estudiantes universitarios de la carrera de Licenciatura en Educación Primaria, quienes, en su rol futuro como docentes, requieren dominar la estructura y el significado de las expresiones algebraicas para enseñar de manera efectiva.

El estudio busca aportar evidencias que contribuyan a fortalecer la enseñanza del lenguaje algebraico como un sistema de representación que demanda reconocimiento estructural, y no únicamente la aplicación de técnicas operativas o estrategias memorísticas. En este sentido, se pretende ofrecer elementos que permitan mejorar el diseño de tareas y los

procesos formativos que favorezcan una comprensión profunda del álgebra en la Educación Secundaria.

La decisión de centrar la investigación en el contexto de traducción se fundamenta en que este proceso constituye la base del tránsito entre el lenguaje matemático verbal y el lenguaje algebraico, y viceversa (Cañadas et al., 2018). Además, se aspira a aportar a la línea de investigación del sentido estructural, la cual propone abordar la problemática de la enseñanza del álgebra desde la perspectiva de las estructuras algebraicas y su reconocimiento (Hoch y Dreyfus, 2006).

Considerando los señalamientos anteriores, el objetivo de esta investigación consiste en *Explorar el papel del sentido estructural en el proceso de traducción de expresiones matemáticas del lenguaje verbal al lenguaje algebraico, a través del análisis del nivel de percepción estructural evidenciado en los trabajos realizados por estudiantes en formación docente.*

## MARCO TEÓRICO

Esta investigación adopta, en algunos casos, el término sistema de representación como equivalente a lenguaje algebraico. Según Molina (2014), un sistema de representación hace referencia a un conjunto organizado de signos, que siguen reglas y acuerdos, y que facilitan expresar las características y propiedades de un concepto matemático. En cuanto al lenguaje verbal, este se refiere al lenguaje cotidiano, hablado o escrito, e incluye también terminología específica propia del discurso matemático académico. De acuerdo con García (2013), la diferencia fundamental entre ambos lenguajes consiste en que el lenguaje verbal utiliza palabras y expresiones comunes para describir relaciones, mientras que el lenguaje algebraico emplea símbolos y signos que representan esas mismas relaciones de manera formal.

Dado que este trabajo se enmarca en la perspectiva del sentido estructural, constructo con afinidades tanto con el pensamiento estructural como con los procesos de traducción del lenguaje verbal al algebraico, se citan los aportes de Kieran (1992). Esta autora destaca que, para trabajar con expresiones algebraicas, los estudiantes requieren habilidades como reconocer relaciones entre cantidades y concebir las expresiones como objetos manipulables. Dichas habilidades se relacionan estrechamente con el pensamiento estructural y, por ende, con el sentido estructural.

Otros aportes relevantes son los de Hoch y Dreyfus (2004, 2006), quienes sostienen que el sentido estructural consiste en la capacidad de percibir la estructura algebraica en expresiones y ecuaciones, interpretarlas como entidades completas y reconocer equivalencias estructurales entre diferentes expresiones. Desde esta perspectiva, la traducción del lenguaje verbal al algebraico exige identificar la estructura subyacente en el enunciado verbal y establecer una correspondencia simbólica que represente fielmente dicha estructura.

El término sentido estructural fue introducido por Linchevski y Livneh (1999), quienes lo definen como la capacidad del estudiante para ver una expresión algebraica como un todo estructurado, y no únicamente como una secuencia de pasos procedimentales. Esto implica reconocer la organización interna de la expresión, identificar su forma global y utilizar dicha estructura para transformarla o resolverla. En consecuencia, el sentido estructural constituye una habilidad clave en el proceso de traducción entre sistemas de representación, particularmente del lenguaje verbal al algebraico.

Pérez-Peña et al. (2025) retoman la definición propuesta por Vega-Castro (2013, p.83), quien describe el sentido estructural algebraico como “una competencia cognitiva o un conjunto de capacidades necesarias para el trabajo flexible con las expresiones algebraicas, más allá de la aplicación mecánica de procedimientos de transformación de las mismas”. De manera complementaria, Vázquez-Montaña et al. (2021) señalan que el sentido estructural alude al reconocimiento de la estructura algebraica y se manifiesta en la ejecución más eficiente de operaciones, reduciendo la tendencia a cometer errores. Jupri et al. (2021) definen este constructo como una capacidad intuitiva del estudiante, mostrada hacia las expresiones simbólicas, y que involucra destrezas como la percepción, interpretación y manipulación de símbolos en diferentes funciones. Bolaños-Barquero et al. (2021), en su investigación, citan acertadamente la clasificación de los descriptores del sentido estructural propuestos por Vega-Castro (2013, pp.88-90), referida al análisis, la construcción, la modificación, la transformación y los enfoques generales de las expresiones algebraicas.

Si bien, la traducción de expresiones verbales a algebraicas no se enuncia de manera explícita entre los descriptores propuestos por Vega-Castro (2013), este estudio esclarece que la misma se encuentra implícita dentro del descriptor *transformar*, en tanto que traducir implica el paso del lenguaje verbal al lenguaje algebraico, mientras que transformar se orienta a convertir una expresión algebraica en otra equivalente mediante el uso de reglas matemáticas. En este sentido, la traducción puede considerarse un primer paso necesario para posteriormente transformar y resolver una tarea determinada. En este trabajo, se define el sentido estructural como *un constructo orientado a identificar las fortalezas y debilidades que presentan los estudiantes en el manejo de estructuras algebraicas, en cualquier nivel considerado. No constituye un método ni una fórmula para escribir expresiones o resolver problemas, sino una forma optimizada de analizar, representar y enfrentar tareas matemáticas que involucran estructuras simbólicas.*

## MARCO METODOLÓGICO

En este trabajo se realiza una exploración descriptiva con enfoque cualitativo en el contexto de traducciones de expresiones verbales a expresiones algebraicas. El estudio se fundamenta en los enfoques del constructo *sentido estructural* establecidos por Vega-Castro (2013), considerando además que ciertas formas de enseñanza promueven en mayor medida el desarrollo de dicho sentido (Vega-Castro et al., 2011). Desde esta perspectiva, se plantea que la manera en que se introduce la traducción de expresiones algebraicas y el proceso de aprendizaje asociado determina, en gran medida, la adquisición de una percepción estructural significativa. Esta percepción, estrechamente vinculada al constructo de sentido estructural, permite describir de forma visible lo que el estudiante hace al momento de traducir una expresión verbal al lenguaje algebraico, sin recurrir a técnicas memorísticas (NCTM, 2003).

Para el desarrollo de la investigación, se proporcionaron a los estudiantes dos tipos de inducción:

### Inducción no estructurada

En esta investigación se entiende como un tipo de enseñanza en la que se presenta una diversidad de expresiones en lenguaje verbal de forma combinada, expresiones que implican distintos simbolismos correspondientes a diversas operaciones del lenguaje algebraico. Este tipo de enseñanza suele generar confusión en los estudiantes y dificultarles la diferenciación del simbolismo de operación que deben asignar entre los términos de una expresión dada.

### Inducción estructurada

Se considera como un tipo de enseñanza en la que las expresiones en lenguaje verbal se introducen de forma no combinada y clasificadas según el tipo de simbolismo de la operación matemática a la cual remiten. Este tipo de inducción resulta útil en la introducción al proceso de traducción del lenguaje verbal al lenguaje algebraico y, posteriormente, permite que el estudiante esté en capacidad de realizar traducciones de forma combinada.

Para el análisis se adoptaron los códigos numéricos de denominación de categorías propuestos en la tesis doctoral de Vega-Castro (2013, p. 66). En este esquema, un estudiante se ubica en el primer nivel cuando codifica correctamente la expresión en notación algebraica; en el segundo nivel, cuando utiliza parcialmente los elementos que cumplen el patrón correspondiente; y en el tercer nivel, cuando la expresión generada no satisface las características de generalización o conexión simbólica esperadas.

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio se plantea como una investigación cuasiexperimental de prueba única. Tras una inducción no estructurada, se aplicó un instrumento a la población objetivo: un grupo de once (11) estudiantes de la Licenciatura en Educación Primaria (ELEP) de la Facultad de Educación de la Universidad de Panamá. Estos estudiantes, pertenecientes al primer nivel universitario y en formación para convertirse en docentes de Educación Primaria, no estaban familiarizados con la traducción del lenguaje verbal al lenguaje algebraico ni viceversa. Por este motivo, los resultados obtenidos en el Paso 2 mostraron un nivel de sentido estructural bajo, mostrando mejoría en el Paso 4.

El procedimiento seguido fue el siguiente:

Paso 1. Inducción no estructurada sobre la traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Paso 2. Aplicación de un instrumento piloto. El propósito de este instrumento no fue realizar comparaciones con el postest, sino evaluar la capacidad inicial de los participantes para traducir expresiones verbales a expresiones algebraicas y, con base en ello, ajustar el postest de acuerdo con su desempeño.

Paso 3. Inducción estructurada sobre el mismo tema: traducción de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Paso 4. Aplicación del instrumento modificado a partir del instrumento piloto. Este instrumento se utilizó para evaluar la capacidad final de los participantes al traducir de expresiones verbales a expresiones algebraicas.

Los instrumentos utilizados constaban de dos actividades cuya diferencia residía en el nivel de complejidad requerido para realizar la traducción. En este informe se presenta únicamente el trabajo correspondiente a la primera actividad, considerada de baja complejidad. La indicación presentada a los estudiantes fue la siguiente: *Traduce cada frase a una expresión algebraica. Si no se proporciona una variable, utiliza  $x$  como variable. Explica el porqué de tu respuesta.* Las características de cada uno de los ítems presentados en la primera actividad propuesta se describen en la Tabla 1. Para el análisis de los datos se empleó el software MAXQDA 24, que permitió organizar, analizar e interpretar la información cualitativa recolectada durante las inducciones y establecer las categorías correspondientes.

Tabla 1. *Característica de los ítems de traducción en la actividad 1*

Expresiones	Descripción	Conexión simbólica	Características
Un número desconocido.	Esta expresión es la combinación del número 1, una variable y la operación de multiplicación.	Multiplicación ( $\cdot$ )	Secuencial, abierto, 1 letra
Siete veces un número.	Esta expresión es la combinación del número siete, una variable y la operación de multiplicación.	Multiplicación ( $\cdot$ )	Secuencial, abierto, 1 letra
Trece más que un número.	Esta expresión es la combinación del número 13, una variable y la operación de suma.	Suma (+)	No secuencial, abierto, 1 letra
Un número dividido en tres partes iguales.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número tres y la operación de división.	División ( $\div$ )	Secuencial, abierto, 1 letra
Once menos que un número.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 11 y la operación de resta.	Resta (-)	No secuencial, abierto, 1 letra
Un número aumentado en veinte.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 20 y la operación de suma.	Suma (+)	Secuencial, abierto, 1 letra.
La diferencia entre un número y su mitad.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 2 y las operaciones de restas y división.	Resta (-) y División ( $\div$ )	No secuencial, abierto, 1 letra.
La razón de cinco y un número.	Esta expresión es la combinación del número cinco, una variable y la operación de división.	División ( $\div$ )	No secuencial, abierto, una letra.
El cociente de un número y siete.	Esta expresión es la combinación de una variable, el número 7 y la operación de división.	División ( $\div$ )	No secuencial, abierto, 1 letra.

## ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para analizar el desempeño de los estudiantes en el desarrollo del instrumento se utilizaron dos categorías principales. La primera corresponde a la codificación del lenguaje verbal al lenguaje algebraico y la segunda a la justificación expresada por los estudiantes, quienes son futuros docentes de primaria.



La categoría relacionada con la traducción fue abordada desde una perspectiva estructural y se identificó con el código SEC (sentido estructural codificado). En este contexto, la traducción entre lenguajes matemáticos implica al menos dos actividades cognitivas fundamentales —descritas previamente en el marco teórico— que permiten al estudiante recibir, procesar y elaborar información, además de participar activamente en procesos de interacción, percepción y comprensión. Estas actividades fueron descomposición o descodificación, entendida como la comprensión de la estructura gramatical de la expresión verbal y, codificación, correspondiente a la representación de dicha expresión en lenguaje algebraico.

A partir de estas consideraciones, se describen las subcategorías (ver Tabla 2) que corresponden a cada tipo de codificación, según los niveles establecidos por Vega-Castro (2013). Cuando los estudiantes no completaron el ítem, lo dejaron en blanco o produjeron respuestas que no pudieron ser clasificadas, se asignó el código NRC (no codificable).

Tabla 2. *Categoría de Codificación al Lenguaje Algebraico*

<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría - Códigos</b>
SEC: Codifica en lenguaje algebraico la estructura que representa la expresión verbal presentada.	SEC.1 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólicamente que conserva la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.
	SEC.2 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólica que conserva parcialmente la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.
	SEC.3 Descodifica el enunciado verbal generando una expresión codificada simbólicamente que no conserva la estructura algebraica interna subyacente en el enunciado.

La primera actividad conllevó realizar 10 tareas de codificación algebraica o traducción de expresiones del lenguaje verbal al algebraico. La Tabla 3 presenta una descripción numérica de los datos cualitativos de las respuestas en las subcategorías de codificación algebraica.

Tabla 3. *Frecuencia absoluta del desempeño del grupo de futuros maestros*

<b>Actividad 1</b>	<b>SEC.1</b>	<b>SEC.2</b>	<b>SEC.3</b>	<b>NRC</b>
A1.1	10	1	0	0
A1.2	2	2	7	0
A1.3	4	2	5	0
A1.4	4	0	5	2
A1.5	7	2	2	0
A1.6	4	2	4	1
A1.7	5	2	3	1
A1.8	1	3	7	0
A1.9	5	1	5	0
A1.10	4	0	7	0
Total	46	15	45	4

## CLASIFICACIÓN DE RESPUESTAS DE ACUERDO A LOS NIVELES DE SENTIDO ESTRUCTURAL

A continuación, se describen las respuestas de los estudiantes a los ítems A1.2, A1.3 y A1.5. El análisis se enfoca en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica conserva la estructura interna del enunciado verbal. Se ha elegido estas tareas como modelo por la especificidad de las dificultades presentadas en dichas respuestas.

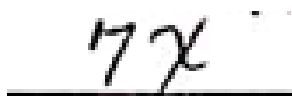
### Ítem A1.2: Siete veces un número

- Conserva la estructura algebraica interna

La traducción realizada por el estudiante M11 constituyó la respuesta esperada (ver Figura 1). El estudiante codifica en notación simbólica una expresión algebraica que conserva correctamente la estructura interna subyacente en el enunciado verbal. En este nivel se ubican dos de los once estudiantes.

#### Figura 1

*Siete veces un número. Subcategoría: SEC.1*



$$7x$$

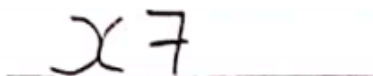
Codificación realizada por el estudiante M11

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

Una segunda respuesta corresponde a la subcategoría en la que dos de los once estudiantes descodifican el enunciado verbal generando una expresión simbólicamente adecuada, pero que conserva solo parcialmente la estructura algebraica interna, identificada con el código SEC.2 (ver Figura 2).

#### Figura 2

*Siete veces un número. Subcategoría: SEC.2*



$$x7$$

Codificación realizada por el estudiante M01

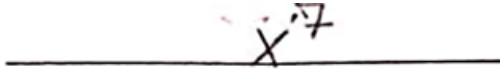
El estudiante M01 representa correctamente que se trata de un número desconocido, utilizando la variable  $x$  y multiplicándola por siete (7). Sin embargo, la notación utilizada no es convencional, pues en álgebra el coeficiente numérico se escribe antes de la variable. Aunque identifica los elementos esenciales (número desconocido y multiplicación), la estructura generada solo conserva parcialmente la forma algebraica estándar del enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna

Un tercer tipo de respuesta corresponde a la subcategoría SEC.3, en la que seis estudiantes no conservan la estructura algebraica interna al traducir el enunciado verbal (ver Figura 3).

### Figura 3

*Siete veces un número. Subcategoría: SEC.3*



A handwritten expression  $x^7$  on a horizontal line. The 'x' is written with a small dot above it, and the '7' is written as a superscript.

Codificación realizada por el estudiante M03

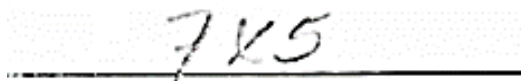
El estudiante M03 reconoce la variable y el número involucrado, pero no establece la conexión simbólica correcta. En lugar de representar una multiplicación (coeficiente por variable), interpreta la relación como una operación de potencia, generando una expresión que altera completamente la estructura del enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna - Otro caso en la subcategoría SEC.3

En la Figura 4 se presenta otro ejemplo clasificado en SEC.3, debido a que la expresión generada por uno de los once estudiantes no corresponde a una estructura generalizada, condición esencial para el sentido estructural.

### Figura 4

*Siete veces un número. Subcategoría: SEC.3*



A handwritten expression  $7x5$  on a horizontal line. The '7' is written first, followed by 'x', and then '5'.

Codificación realizada por el estudiante M04

En este caso, el estudiante M04 no utiliza una variable para representar un número cualquiera multiplicado por siete. En su lugar, escribe un valor numérico concreto (5), produciendo una expresión aritmética, no algebraica. Además, emplea la letra  $x$  únicamente como signo de multiplicación, lo que evidencia ausencia de generalización y falta de reconocimiento de la estructura algebraica requerida.

### Ítem A1.3: Trece más que un número

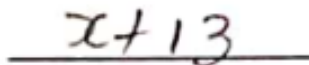
En esta sección se describen las respuestas de los estudiantes al ítem A1.3: *Trece más que un número*. El análisis se centra en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica mantiene la estructura interna subyacente en el enunciado verbal.

- Conserva la estructura algebraica interna

La traducción realizada por el estudiante M08 y tres estudiantes más (ver Figura 5), fue la respuesta esperada.

### Figura 5

*Trece más que un número. Subcategoría: SEC.1*



A handwritten expression  $x+13$  on a horizontal line. The 'x' is written first, followed by a plus sign, and then '13'.

Codificación realizada por el estudiante M08

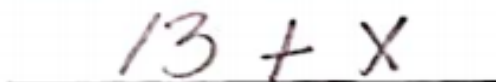
El estudiante M08 descodifica adecuadamente la expresión verbal y genera una expresión en notación simbólica que conserva la estructura interna del enunciado.

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

La Figura 6 muestra la producción del estudiante M02, quien descodifica el enunciado generando una expresión simbólica que conserva parcialmente la estructura interna. En esta subcategoría se clasificaron dos de 11 respuestas.

### Figura 6

Trece más que un número. Subcategoría: SEC.2



A handwritten mathematical expression  $13 + x$  is shown on a horizontal line. The number 13 is written in a cursive style, followed by a plus sign and the variable x.

Codificación realizada por el estudiante M02

Este caso permite analizar la importancia de identificar el patrón estructural del enunciado verbal antes de traducirlo al sistema de representación algebraico. La frase “*más que*” indica que la traducción adecuada es  $x + 13$ , ya que expresa que se suma trece a un número desconocido. El estudiante M02 reconoce todos los elementos que componen la expresión verbal —la operación de suma y el número desconocido representado con la variable  $x$ —, pero no sigue el orden estructural que impone el enunciado, produciendo la expresión  $13 + x$ .

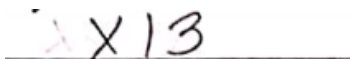
Si bien esta escritura conserva el valor numérico de la expresión por la propiedad conmutativa, desde la perspectiva del sentido estructural, no mantiene el patrón estructural que se debe conservar en la traducción. Esta acción es de relevancia porque la conservación de la estructura interna no solo implica mantener el valor, sino preservar el orden simbólico asignado por el enunciado verbal. Un detalle importante es que, si esta misma inversión ocurriera en un caso de resta, el valor de la expresión sí cambiaría, lo que confirma la importancia del orden estructural en expresiones no conmutativas.

- No conserva la estructura algebraica interna

Se identificaron cinco traducciones en los estudiantes que modificaron la conexión simbólica entre los términos, generando expresiones que no mantienen la estructura interna del enunciado verbal (ver Figura 7). El estudiante M01 codifica la expresión “*trece más que un número*”, y genera una expresión en notación simbólica que no mantiene la estructura interna correspondiente.

### Figura 7

Trece más que un número. Subcategoría: SEC.3



A handwritten mathematical expression  $x13$  is shown on a horizontal line. The variable x is written first, followed by the number 13.

Codificación realizada por el estudiante M01

En el caso del estudiante M01, la expresión producida corresponde a una traducción que evidencia lo que Rodríguez-Domingo et al. (2015) denominan error de complicación estructural operacional. El estudiante interpreta el término “*más*” como multiplicación y genera la expresión “ $x13$ ”, que no corresponde al significado del enunciado verbal. Además, la expresión “ $x13$ ” no cumple con la convención del lenguaje algebraico: en álgebra, primero se escribe el coeficiente y luego la variable ( $13x$ ). Esta escritura incorrecta revela dificultades tanto en la interpretación verbal como en la comprensión de la estructura y sintaxis algebraica.

Este caso refuerza la importancia de que los estudiantes desarrollen la habilidad de descodificar con precisión los enunciados verbales y mantener la coherencia estructural en la traducción al lenguaje algebraico, requisito fundamental del sentido estructural.

**Ítem A1.5: Once menos que un número**

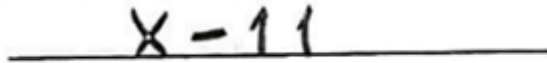
En esta sección se describen las respuestas de los estudiantes al ítem A1.5: *Once menos que un número*. El análisis se centra en determinar en qué medida la expresión generada en notación simbólica conserva la estructura interna subyacente en el enunciado verbal.

- Conserva la estructura algebraica interna

Corresponden a traducciones en las que el estudiante produce una expresión en notación simbólica que mantiene fielmente la estructura interna del enunciado verbal propuesto (véase Figura 8).

**Figura 8**

*Once menos que un número. Subcategoría: SEC.1*



A handwritten algebraic expression  $x - 11$  is shown on a horizontal line. The 'x' is written with a crossbar, and the '11' is written as two separate digits.

Codificación realizada por el estudiante M02

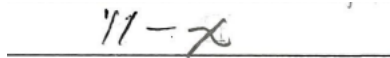
El estudiante M02 y otros seis estudiantes traducen el enunciado verbal a una expresión algebraica que refleja adecuadamente la estructura no secuencial de la frase, generando la expresión  $x - 11$ . Esta traducción evidencia que el estudiante reconoce que el operador “menos que” modifica el orden en el que debe representarse la operación en álgebra.

- Conserva parcialmente la estructura algebraica interna

El carácter no secuencial del enunciado “once menos que un número” generó dificultad para al menos dos estudiantes (véase Figura 9).

**Figura 9**

*Once menos que un número. Subcategoría: SEC.2*



A handwritten algebraic expression  $11 - x$  is shown on a horizontal line. The '11' is written as two separate digits, and the 'x' is written with a crossbar.

Codificación realizada por el estudiante M01

El estudiante M01 produce la expresión  $11 - x$ , que conserva únicamente de forma parcial la estructura interna del enunciado verbal. La producción evidencia que, aunque el estudiante identifica los elementos involucrados (el número desconocido y el número 11), no reconoce la alteración sintáctica propia de expresiones del tipo “más que” o “menos que”, en las cuales el orden gramatical no coincide con el orden operacional algebraico.

En el contexto de traducción verbal–algebraica es necesario atender cuidadosamente a los elementos semánticos del enunciado. La frase “menos que” indica una relación que invierte el orden aparente de los términos: *expresión gramatical*: once menos que un número y *estructura algebraica esperada*:  $x - 11$ .

La respuesta producida por M01,  $11 - x$ , muestra que el estudiante ha descodificado parcialmente el enunciado, ya que toma los valores correctos, pero sin reconocer la naturaleza no secuencial de la frase. Si bien la traducción “ $11 - x$ ” parece directa desde el lenguaje natural, no representa adecuadamente la disminución del número desconocido en 11 unidades, que es la relación expresada en el enunciado.

- No conserva la estructura algebraica interna

En esta subcategoría se ubican dos estudiantes cuyas expresiones codificadas se alejan de la estructura esperada. Un estudiante codificó la expresión como “11 menos que 1”, y otro estudiante produjo “ $11 - 2$ ”. Estas respuestas no guardan relación con la frase verbal

propuesta. Evidencian dificultades tanto en la decodificación del enunciado verbal como en su representación simbólica. Estas producciones no permiten identificar la unidad que representa la expresión “un número”, indispensable para establecer la variable y su relación con el número “11”.

## RESULTADOS DESDE EL SENTIDO ESTRUCTURAL

Los resultados desde la perspectiva del sentido estructural evidenciaron que las principales dificultades de los estudiantes se asociaron tanto a la comprensión de la estructura de las expresiones algebraicas como al dominio insuficiente de las reglas y propiedades implicadas en la representación simbólica. Los estudiantes que mostraron un nivel más elevado de sentido estructural enfrentaron menos obstáculos durante el proceso de traducción del lenguaje verbal al algebraico. Este comportamiento revela que:

- El sentido estructural contribuye significativamente a optimizar el proceso de traducción, ya que permite reconocer patrones, conexiones y relaciones entre los sistemas de representación involucrados.
- Favorece la identificación de los elementos esenciales de la expresión verbal, facilitando la comprensión de cómo se articulan para constituir una unidad algebraica coherente.
- Proporciona un marco mental organizado, mediante el cual el estudiante puede ordenar los componentes de la expresión verbal de manera lógica y sistemática, asegurando que cada elemento encuentre su correspondencia adecuada en notación simbólica.

Los hallazgos coinciden con el estudio realizado por Rodríguez Domingo (2016), quien identificó diversas manifestaciones de dificultad tales como particularización inapropiada, insuficiencia en la respuesta, y errores relacionados con la estructura de las expresiones algebraicas. Dichas dificultades también emergieron en el grupo de estudiantes analizado en la presente investigación.

Finalmente, al examinar el desempeño dentro de la categoría de codificación, se identificaron diversos casos que evidencian el nivel del sentido estructural manifestado por los estudiantes al completar el instrumento de investigación. Estos casos se describen a continuación:

- Dificultad al confundir el producto o multiplicación con la potenciación

Esta dificultad aparece cuando los estudiantes, al momento de traducir al lenguaje algebraico, confunden dos expresiones que visualmente parecen similares, pero que representan conceptos matemáticos completamente distintos:  $x^7$  y  $7x$ . Aunque ambas involucran multiplicación en algún sentido, no expresan la misma operación.

La expresión  $x^7$  se interpreta, de acuerdo con la propiedad de las potencias, como la base  $x$  multiplicada siete veces por sí misma:

$$x^7 = x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot x$$

Por otro lado, la expresión  $7x$  indica multiplicar el número 7 por la variable “ $x$ ”, lo cual puede entenderse como sumar siete veces la variable:

$$7x = x + x + x + x + x + x + x$$

Desde la perspectiva del sentido estructural, ambas expresiones pueden parecer externamente relacionadas con la multiplicación; sin embargo, en su estructura interna

representan situaciones distintas: la primera es una potenciación y la segunda es una suma iterada. Esta confusión ha sido documentada en estudios previos. Rodríguez-Domingo et al. (2015) señalan que muchos estudiantes, al traducir expresiones verbales al lenguaje simbólico, cometen errores al no diferenciar entre multiplicación y potenciación.

- Dificultad al no percibir la estructura no secuencial de la expresión

En la expresión escrita  $11 - x$ , el estudiante M01 muestra que, al traducir, no percibe la estructura no secuencial del enunciado verbal “*once menos que un número*”.

En el contexto de la traducción entre sistemas de representación en matemáticas, es fundamental atender cuidadosamente a los elementos que conforman la expresión verbal. En este caso, la frase “*menos que*” indica que primero debe aparecer la variable y posteriormente el número del cual se resta, lo que conduce a la forma correcta: “ $x - 11$ ”.

Las expresiones que incluyen *más que* o *menos que* suelen generar dificultades de tipo semántico, ya que su estructura en lenguaje natural no sigue el orden operacional del álgebra. Por ello, aunque el estudiante M01 identifica los elementos involucrados, la descodificación es solo parcial al producir “ $11 - x$ ”.

La expresión “*once menos que un número*” es no secuencial porque el orden verbal no coincide con el orden simbólico estándar. La traducción precisa debe reflejar que un número es 11 unidades menor que otro, lo que se representa como  $x - 11$ . Además, dado que se trata de una operación de resta, la propiedad conmutativa no es aplicable, por lo que invertir el orden de los términos altera la estructura interna de la expresión.

Este caso evidencia la importancia del sentido estructural en la traducción de expresiones algebraicas, ya que permite reconocer patrones, relaciones y reglas de orden que son esenciales para representar adecuadamente el significado del enunciado verbal.

- Dificultad estructural simbólica

Para el ítem “La diferencia entre un número y su mitad”, codificado como SEC.2, respuesta expresada por el estudiante M02, el estudiante escribe una expresión algebraica que conserva parcialmente la estructura interna y externa subyacente en el enunciado verbal propuesto (ver figura 10).

**Figura 10**

*Dificultad estructural simbólica*



The image shows a handwritten mathematical expression on a piece of paper. The expression is  $x - \frac{1}{2}$ . The variable 'x' is written with a small superscript '3' above it. The fraction  $\frac{1}{2}$  is written with a horizontal line over the '1' and a '2' below it. The entire expression is underlined.

Codificación realizada por el estudiante M02

Se evidencia que el estudiante al codificar la expresión verbal dada conserva parcialmente la estructura interna de la expresión. Expresa “ $\frac{1}{2}$ ” en lugar de “ $\frac{x}{2}$ ”, donde “ $x$ ” se emplea como una variable general para representar un número. Un aspecto crucial de la estructura de esta expresión radica en la frase *diferencia entre*, la cual en la literatura matemática suele asociarse con la operación de división o cociente cuando se menciona *entre*, y con la resta al mencionar *diferencia*. Sin embargo, ¿cómo interpretar una expresión cuando ambas palabras aparecen juntas en la misma expresión como sucede en la expresión la “*diferencia*” “*entre*” un número y su mitad? En este contexto, es esencial identificar que *entre* no denota cociente, sino que implica comparación o contraste entre

los elementos “el número” y “la mitad de ese número” resaltando la relación de diferencia entre ellos.

Algunos estudiantes explican su traducción para la expresión “la diferencia entre un número y su mitad” describiendo que *entre* significa *cociente*, y escribían expresiones algebraicas como  $-x/2$  (el “-” para ellos representa diferencia, “ $x$ ” representa la variable, el denominador “2” representa la mitad), sin embargo, en este caso la palabra clave es *diferencia*.

## CONCLUSIONES

El estudio permitió evidenciar que el sentido estructural desempeña un papel determinante en el proceso de traducción de expresiones del lenguaje verbal al lenguaje algebraico. Su intervención resulta esencial para que el estudiante identifique adecuadamente los elementos del enunciado, comprenda las relaciones entre ellos y produzca una expresión simbólica que conserve la estructura interna (valor) y la estructura externa (forma) del enunciado verbal original.

Los resultados muestran que las principales dificultades provienen de una atención insuficiente a los elementos clave de la frase verbal y de un uso limitado de las propiedades y convenciones propias del lenguaje algebraico. Estas limitaciones afectan la precisión en la traducción y revelan la importancia del desarrollo del sentido estructural como herramienta para organizar, comparar y relacionar los componentes de una expresión matemática.

El análisis de las tareas permitió identificar errores recurrentes vinculados a una baja percepción estructural del enunciado verbal. A partir de la categoría de codificación se establecieron tres niveles de sentido estructural manifestados por los estudiantes:

Nivel 1: El estudiante genera una expresión algebraica equivalente a la expresión verbal, conservando correctamente su estructura interna y externa.

Nivel 2: El estudiante produce una expresión algebraica que contiene todos los elementos del enunciado verbal, pero presenta errores de notación o de orden que conducen a conservar solo parcialmente la estructura interna o externa.

Nivel 3: El estudiante elabora una expresión algebraica que difiere totalmente de la expresión verbal, debido a errores que afectan tanto la forma simbólica como el valor de la expresión.

Se observó que los estudiantes pueden identificar coeficientes, operaciones básicas y relaciones simples cuando la traducción corresponde a un término algebraico (monomio). Sin embargo, enfrentan mayores dificultades cuando la expresión verbal requiere estructurar expresiones de dos o más términos, especialmente en traducciones que involucran multiplicación, división o potencias, donde el uso de paréntesis es imprescindible.

Asimismo, se detectó que algunos estudiantes logran identificar los elementos de la expresión verbal, pero al traducirlos cometen errores que alteran tanto la forma como el valor de la expresión algebraica. Por ejemplo, escribir  $11 - x$  para representar “once menos que un número” evidencia una percepción parcial de los elementos, pero una dificultad para reconocer la estructura no secuencial del enunciado, lo cual modifica completamente el significado algebraico.



En conjunto, los hallazgos indican que el sentido estructural interviene en la traducción al permitir conservar la equivalencia entre la estructura interna incluida en el enunciado verbal y su correspondiente representación simbólica. La distinción entre estructura interna (valor) y estructura externa (forma) resulta clave para comprender los aciertos y errores de los estudiantes durante la codificación.

Finalmente, el análisis de las categorías de codificación y justificación permitió identificar factores que influyen en la variación del sentido estructural, tales como: la complejidad del enunciado verbal, el manejo del vocabulario matemático, la capacidad para interpretar frases de manera generalizada, y las complicaciones estructurales derivadas del uso inadecuado de las convenciones simbólicas.

Se recomienda implementar metodologías que promuevan la traducción sistemática entre sistemas de representación, iniciando con ejemplos concretos y aumentando gradualmente la complejidad. La práctica frecuente de estas transformaciones favorece el fortalecimiento del sentido estructural y, con ello, una traducción más precisa y coherente entre lenguajes matemáticos. Este tipo de investigaciones según estudios realizados por Bolaños-Barquero et al. (2021) invitan a reflexionar sobre la importancia de fortalecer el conocimiento del contenido matemático en la formación inicial de los futuros docentes, específicamente en lo relativo al sentido estructural, como un medio para que los futuros maestros, en su práctica profesional, puedan responder adecuadamente a las demandas de la enseñanza y el aprendizaje del álgebra en sus estudiantes.

## REFERENCIAS

- Bolaños-Barquero, M., y Segovia, I. (2021). Sentido estructural de los estudiantes de primer curso universitario. *Uniciencia*, 35(1), 152-168. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/download/14415/20239?inline=1>
- Bolaños-Barquero, M., Loría-Fernández, J. R., y Picado-Alfaro, M. (2023). Sentido estructural que manifiesta un grupo de docentes de matemática en pre-servicio cuando resuelven tareas sobre factorización. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 49(3), 109-129.
- Cañadas, M. C., Molina, M., y Del Río, A. (2018). Meanings given to algebraic symbolism in problem-posing. *Estudios Educativos en Matemáticas*, 97(1), 19-37. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-017-9797-9>
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1-2), 103-131
- García, J. (2013). Entre lo planeado y lo aprendido en estudiantes universitarios: el caso del lenguaje algebraico. En L. Sosa, J. Hernández, & E. Aparicio (Ed.), *Memoria de la XVI Escuela de Invierno en Matemática Educativa* (págs. 168-176). Tuxtla Gtz: Red Cimates.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. Repositorio digital de documentos de educación matemática. <http://funes.uniandes.edu.co/444/1/Gomez2007Desarrollo.pdf>
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2004). Structure sense in high school algebra: The effect of brackets. En M. J. Høines y A. B. Fuglestad (Eds.), *Proceedings of the 28<sup>th</sup>*

- Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol.3, pp. 49-56). Bergen, Noruega: Bergen University College.
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2006). Structure sense versus manipulation skills: an unexpected result. En J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká y N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the 30<sup>th</sup> conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 305-312). Praga, República Checa: Charles University in Prague.
- Hoch, M. y Dreyfus, T. (2007). Recognising an algebraic structure. En D. Pitta-Pantazi y G. Philippou (Eds.), *Proceedings of the 5th Congress of the European Society for Research in Mathematics* (pp. 436-445). Larnaca, Cyprus: CERME.
- Jupri, A., Sispiyati, R., y Chin, K. (2021). An investigation of students' algebraic proficiency from a structure sense perspective. *Journal on Mathematics Education* 12(1), 146-158.
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 390-419). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra at the middle school through college levels: building meaning for symbols and their manipulation. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707- 762). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Linchevski, L. y Livneh, D. (1999). Structure sense: the relationship between algebraic and numerical contexts. *Educational Studies in Mathematics*, 40(2), 173-196.
- Molina, M. (2006). *Desarrollo de Pensamiento Relacional y Comprensión del Signo igual por Alumnos de Tercero de Educación Primaria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada] Repositorio Institucional de la Universidad de Granada. <http://funes.uniandes.edu.co/544/>
- Molina, M. (2014). Traducción del simbolismo algebraico al lenguaje verbal: indagando en la comprensión de estudiantes de diferentes niveles educativos. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 17(3), 559-579. <http://funes.uniandes.edu.co/6498/>
- National Council of Teachers Mathematics (2003). *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla, España: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Pérez-Peña, E., Vega-Domínguez, F., y Vega-Castro, D. (2025). Sentido estructural en la reproducción algebraica de estructuras numéricas. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 8(1), 37-52.
- Radford, L. (2000). Signs and meanings in students' emergent algebraic thinking: A semiotic analysis. *Educational Studies in Mathematics*, 42(3), 237–268.
- Rico, L. (2000). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en Educación Matemática. En L.C. contreras, J. Carrillo, N. Climent y M. Sierra (Eds.), *Actas del IV Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM)* (pp.219-231). Huelva, España: Universidad de Huelva Publicaciones.
- Rodríguez-Domingo, S., Molina, M., Cañadas, M. C., & Castro, E. (2015). Errores en la traducción de enunciados algebraicos entre los sistemas de representación

simbólico y verbal. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 9(4), 273-293.

- Rodríguez-Domingo, S. (2016). *Traducción entre los sistemas de representación simbólico y verbal: un estudio con alumnado que inicia su formación algebraica en secundaria* [Tesis de doctorado, Universidad de Granada]. DIGIBUG: Repositorio Institucional de la Universidad de Granada.
- Rodríguez, I., y Torrealba, A. (2017). Dificultades que conducen a errores en el aprendizaje del lenguaje algebraico en estudiantes de tercer año de educación media general. *ARJÉ. Revista de Postgrado FACE-UC*, 11(20), 416-418.
- Vázquez-Montaña, A. E., Hernández-Garciadiego, C. y Ramírez-Granados, L. (2021). Desarrollo de sentido estructural algebraico en alumnos de bachillerato. *PädiUAQ, Revista de Proyectos y Textos Académicos en Didáctica de la Ciencia y la Ingeniería*, 4(8), 13–21. 4(8), 13-21.
- Vega-Castro, D., Molina, M., y Castro, E. (2011). Estudio exploratorio sobre el sentido estructural en tareas de simplificación de fracciones algebraicas. En M. Marín, G. Fernández, L. J. Blanco, & M. M. Palarea (Ed.), *Investigación en Educación Matemática XV*, (págs. 575-586). Ciudad Real: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. <http://funes.uniandes.edu.co/1841/>
- Vega-Castro, D. (2013). *Perfiles de alumnos de Educación Secundaria relacionados con el Sentido Estructural manifestado en experiencias con expresiones algebraicas*. Tesis Doctoral. Granada, España.
- Vega-Castro, D., Molina, M. y Castro, E. (2012). Sentido estructural de estudiantes de bachillerato en tareas de simplificación de fracciones algebraicas que involucran igualdades notables. *RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 15(2), 233-258. <https://www.redalyc.org/pdf/335/33523165005.pdf>
- Vega-Castro, D. (2022). Caracterización de funciones lineales inversas. Un estudio de casos basado en una experiencia de aprendizaje. *Matemáticas, educación y sociedad*, 5(1), 38-57.

Héctor Jiménez-Miranda

Universidad de Panamá, Panamá

[hectorj.jimenezm@up.ac.pa](mailto:hectorj.jimenezm@up.ac.pa)

Danellys Vega-Castro

Universidad de Panamá, Panamá

[danellys.vega@up.ac.pa](mailto:danellys.vega@up.ac.pa)