

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DOMINIO DEL LENGUAJE MATEMÁTICO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: UN ESTUDIO DE CASO ENTRE ESTUDIANTES DE ADMISIÓN Y DE SEMESTRES AVANZADOS

COMPARATIVE ANALYSIS OF MATHEMATICAL LANGUAGE PROFICIENCY IN HIGHER EDUCATION: A CASE STUDY AMONG INCOMING AND ADVANCED SEMESTER STUDENTS

Edgar Jtharol Acosta Rodríguez ^{1*}

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8976-5128>. Correo: ejacosta@espam.edu.ec

Yuly Katuska Alvarado Zambrano ²

² Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7755-3039>. Correo: ykalvarado@utpl.edu.ec

Enrry Cox Figueroa ³

³ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0883-1090>. Correo: ecox@espam.edu.ec

Josefina del Carmen Salas Giler ⁴

⁴ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9101-9983>. Correo: jsalas@espam.edu.ec

*** Autor para correspondencia: ejacosta@espam.edu.ec**

Resumen

El dominio del lenguaje matemático es un factor transversal en la formación universitaria dentro de las áreas de ingeniería y ciencias exactas. El presente estudio evalúa de forma comparativa la comprensión y manipulación de este lenguaje formal entre estudiantes del curso de nivelación (ingreso) y estudiantes de semestres avanzados en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL). Se adoptó



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo-comparativo y un diseño transversal no experimental. La muestra probabilística aleatoria simple estuvo conformada por 100 estudiantes distribuidos equitativamente en dos grupos independientes ($n = 50$ por estrato). La evaluación se realizó mediante un cuestionario estructurado que mide cuatro dimensiones de la competencia semiótica: traducción lingüística, manipulación algebraica, comprensión geométrica y organización de datos. Los resultados descriptivos indican un rezago en el grupo de nivelación, donde el 80% se ubica en los niveles inferiores de desempeño en manipulación algebraica. El análisis inferencial mediante la prueba t de Student para muestras independientes confirmó diferencias significativas a favor del grupo de carrera en todas las dimensiones, reportándose la brecha más amplia en la manipulación operativa de expresiones algebraicas ($t(98) = -12.87, p < 0.001$). Se concluye que el desarrollo del pensamiento estructural avanzado requiere una transición explícita desde enfoques didácticos puramente instrumentales hacia andamiajes pedagógicos basados en la mediación analógica y la semántica cognitiva.

Palabras clave: educación matemática; lenguaje matemático; estudiantes universitarios; análisis semiótico; teoría de la reificación.

Abstract

Proficiency in mathematical language is a cross-cutting factor in university education within the fields of engineering and the exact sciences. This study comparatively evaluates the understanding and manipulation of this formal language between students in the leveling course (entrance) and students in advanced semesters at the Manabí Higher Polytechnic Agricultural School (ESPAM MFL). A quantitative approach with a descriptive-comparative scope and a non-experimental cross-sectional design was adopted. The simple random probability sample consisted of 100 students equally distributed into two independent groups ($n = 50$ per group). The evaluation was conducted using a structured questionnaire that measures four dimensions of semiotic competence: linguistic translation, algebraic manipulation, geometric comprehension, and data organization. The descriptive results indicate a lag in the leveling group, where 80% are at the lowest performance levels in algebraic manipulation. Inferential analysis using the Student's t -test for independent samples confirmed significant differences favoring the career group in all dimensions, with the widest gap reported in the operational manipulation of algebraic expressions ($t(98) = -12.87, p < 0.001$). It is concluded that the development of advanced structural thinking requires an explicit transition from purely instrumental didactic approaches to pedagogical scaffolding based on analogical mediation and cognitive semantics.

Keywords: mathematical education; mathematical language; university students; semiotic analysis; theory of reification

Fecha de recibido: 19/05/2026

Fecha de aceptado: 13/08/2026

Fecha de publicado: 27/08/2026



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

Introducción

El ingreso a la educación superior en carreras de carácter técnico y de ingeniería implica afrontar exigencias cognitivas progresivamente más complejas, que trascienden la reproducción memorística de contenidos y la ejecución mecánica de procedimientos, fórmulas o algoritmos. En este nivel formativo, se requiere que los estudiantes desarrollen capacidades de razonamiento, interpretación, representación y aplicación contextualizada del conocimiento matemático para responder a problemas propios de las disciplinas científicas y tecnológicas (Artigue, 2020; Godino et al., 2017). La formación matemática de los futuros profesionales de la ingeniería demanda, por tanto, una articulación entre conocimientos conceptuales y procedimentales, así como la capacidad de emplear las matemáticas como herramienta de modelización y resolución de situaciones vinculadas con su campo profesional.

Dentro de este proceso de transición académica, el dominio del lenguaje matemático constituye un componente fundamental, debido a que este se configura como un sistema especializado de representación caracterizado por elevados niveles de formalización, abstracción y densidad simbólica (Duval, 2006; Radford, 2021). La comprensión de este sistema requiere que el estudiante no solo reconozca signos, símbolos y expresiones, sino que sea capaz de interpretar las relaciones sintácticas y semánticas que estructuran los modelos matemáticos. Las dificultades para comprender y utilizar este lenguaje pueden convertirse en una barrera para la construcción de significados y para la transferencia del conocimiento matemático hacia contextos disciplinares, especialmente cuando se requiere articular diferentes formas de representación. La investigación en educación matemática destaca, precisamente, la relevancia de desarrollar la capacidad para expresar, conectar e interpretar ideas matemáticas mediante diversos registros y formas de representación.

En consecuencia, durante los primeros períodos de formación universitaria, las dificultades relacionadas con la interpretación del lenguaje simbólico y de los modelos cuantitativos pueden afectar el desempeño en las asignaturas de ciencias básicas y limitar la apropiación de conocimientos matemáticos necesarios para el desarrollo posterior de competencias profesionales. Esta situación adquiere especial relevancia en las carreras de ingeniería, donde las matemáticas constituyen un componente transversal para la comprensión de fenómenos, la modelización, la simulación y la resolución de problemas propios de la profesión. Por ello, el fortalecimiento de las competencias matemáticas desde las etapas iniciales de la trayectoria universitaria representa un desafío pedagógico y curricular de importancia para favorecer la progresión académica de los estudiantes (Rico & Ruiz-Hidalgo, 2018).

Desde la perspectiva de la teoría de los registros de representación semiótica, propuesta por Duval, la comprensión del conocimiento matemático constituye un proceso cognitivo que trasciende la utilización independiente de un determinado sistema de representación. En este sentido, la construcción de significados matemáticos depende de la capacidad del estudiante para movilizar, coordinar y establecer correspondencias entre distintos registros semióticos, entre los que se encuentran el lenguaje natural, las expresiones algebraicas, las representaciones gráficas y las formas numéricas. La actividad matemática implica, por tanto, transformaciones entre representaciones y la articulación cognitiva de diferentes registros, dado que la comprensión requiere establecer relaciones entre las diversas maneras en que puede expresarse un mismo objeto matemático (Duval, 2006, 2017).



En este marco, uno de los procesos cognitivos de mayor complejidad corresponde a la conversión entre registros, particularmente cuando el estudiante debe transformar información expresada mediante lenguaje natural en una representación matemática formal. Esta operación demanda identificar unidades significativas, reconocer relaciones entre los elementos del enunciado y reconstruir dichas relaciones mediante símbolos, expresiones algebraicas, tablas o representaciones gráficas. La evidencia disponible muestra que la coordinación entre registros constituye un componente relevante de la comprensión matemática y que las dificultades pueden aparecer cuando los estudiantes permanecen vinculados a un único registro sin establecer conexiones explícitas con otros sistemas de representación (Font de la Filia et al., 2013).

En consecuencia, la interpretación adecuada de los enunciados matemáticos constituye una condición necesaria para avanzar hacia procesos eficaces de formulación y resolución de problemas. Cuando el estudiante presenta dificultades para identificar la estructura semántica y las relaciones lógico-matemáticas contenidas en un problema verbal, puede producirse una ruptura entre la comprensión del contexto y su formalización matemática. Esto limita la posibilidad de seleccionar variables pertinentes, establecer relaciones entre magnitudes y construir un modelo matemático coherente con la situación planteada. Desde esta perspectiva, las dificultades de comprensión no deben atribuirse exclusivamente a deficiencias en los procedimientos de cálculo, sino también a obstáculos cognitivos vinculados con la interpretación y transformación de las representaciones matemáticas (D'Amore et al., 2015). La investigación de Duval sustenta, precisamente, que los procesos de representación y conversión constituyen elementos centrales para comprender cómo los estudiantes acceden a los objetos matemáticos y desarrollan pensamiento matemático.

Para modelar analíticamente este tránsito, Sfard (1991, 1994) propone la teoría de la reificación, según la cual el aprendizaje matemático progresa por fases secuenciales: operacional (donde las nociones se asocian a procesos dinámicos y computacionales) y estructural (donde los conceptos se perciben como objetos abstractos, estáticos e integrados sobre los cuales se puede operar lógicamente). En la educación media, la instrucción tiende a privilegiar el aspecto puramente operativo, provocando que los ingresantes universitarios intenten resolver tareas formales mediante aproximaciones algorítmicas mecánicas (Gray & Tall, 2014; Tall, 2013). Este estancamiento cognitivo limita la flexibilidad conceptual indispensable para acceder al cálculo integral, álgebra lineal o física aplicada (Sierpiska, 2014).

Desde la perspectiva de la semántica cognitiva y de los enfoques de la cognición corporizada, el conocimiento matemático abstracto puede comprenderse como resultado de procesos cognitivos que se encuentran vinculados con la experiencia corporal, perceptiva y contextual del individuo. En este sentido, las estructuras matemáticas de elevada abstracción no se construyen de manera completamente independiente de la experiencia, sino que pueden apoyarse en esquemas cognitivos previamente desarrollados a partir de la interacción del sujeto con su entorno. Lakoff y Núñez sostienen que las metáforas conceptuales desempeñan un papel fundamental en la construcción y comprensión de ideas matemáticas abstractas, al permitir proyectar estructuras provenientes de dominios experienciales concretos hacia dominios conceptuales de mayor complejidad (Lakoff & Núñez, 2000).

Desde este planteamiento, la metáfora conceptual puede considerarse un mecanismo cognitivo que favorece la construcción de significado al establecer correspondencias entre experiencias familiares y conceptos abstractos. En el ámbito de la educación matemática, este mecanismo puede adquirir una función didáctica relevante, debido a que permite establecer vínculos entre conocimientos previamente accesibles para el



estudiante y nociones formales que presentan mayores niveles de abstracción. La investigación sobre cognición corporizada ha destacado que la acción, la percepción, el lenguaje y la interacción con el entorno pueden participar en la construcción del razonamiento matemático, aunque su efectividad depende de su adecuada articulación con los sistemas lingüísticos y representacionales que permiten formalizar y generalizar las propiedades matemáticas (English, 2015; Planas & Schütte, 2018).

En consecuencia, la utilización pedagógica de metáforas, analogías y representaciones contextualizadas puede contribuir a generar puentes cognitivos entre experiencias concretas y estructuras matemáticas formales. Sin embargo, estos recursos no deben entenderse como sustitutos de la formalización matemática, sino como mecanismos de mediación que pueden facilitar la transición progresiva hacia niveles superiores de abstracción, razonamiento y simbolización. Desde esta perspectiva, el aprendizaje matemático requiere articular las experiencias intuitivas con el lenguaje formal, de modo que el estudiante pueda avanzar desde significados inicialmente situados y concretos hacia construcciones conceptuales generalizadas (English, 2015; Planas & Schütte, 2018).

Bajo este marco teórico, la identificación de las competencias lingüístico-matemáticas mediante procedimientos diagnósticos adquiere especial importancia para la investigación educativa. Una evaluación sistemática permite determinar no solamente el nivel de dominio procedimental de los estudiantes, sino también sus capacidades para interpretar conceptos, establecer relaciones, utilizar representaciones y atribuir significado a expresiones matemáticas en diferentes contextos. La investigación en educación matemática ha mostrado que los procesos de diagnóstico pueden contribuir a identificar discrepancias de significado y dificultades en las prácticas matemáticas de estudiantes universitarios, proporcionando evidencia para el rediseño de secuencias y estrategias didácticas (Gueudet et al., 2016).

Por tanto, la obtención de evidencia empírica sobre el desempeño lingüístico-matemático constituye un insumo fundamental para orientar decisiones pedagógicas fundamentadas. Los resultados de un diagnóstico cuantitativo pueden proporcionar información sobre las fortalezas y brechas de aprendizaje presentes en una población estudiantil y, a partir de ello, favorecer el diseño de estrategias didácticas contextualizadas, mecanismos de nivelación y acciones de acompañamiento académico ajustadas a las necesidades identificadas. En este sentido, el diagnóstico deja de concebirse únicamente como un mecanismo de medición y se configura como una herramienta para comprender los procesos cognitivos y semióticos involucrados en el aprendizaje matemático y para fundamentar intervenciones educativas pertinentes (Gueudet et al., 2016).

El propósito central de este estudio es analizar comparativamente el grado de dominio del lenguaje matemático entre dos grupos independientes pertenecientes a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPA MFL): estudiantes en el ciclo de ingreso (curso de nivelación) y estudiantes de semestres avanzados de carrera. Este análisis busca proveer una línea base diagnóstica rigurosa que fundamente futuras reformas curriculares, el codiseño de manuales metodológicos y la implementación de andamiajes de mediación pedagógica orientados a mitigar el rezago formativo inicial y favorecer el rendimiento transdisciplinar en la enseñanza científica superior.



Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo-comparativo y un diseño no experimental, transversal. Esta orientación metodológica permitió operacionalizar y medir las competencias semióticas de los participantes mediante procedimientos sistemáticos de recolección y análisis de datos numéricos, posibilitando la caracterización del fenómeno estudiado y la identificación de posibles diferencias entre los grupos analizados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). La obra de estos autores establece la ruta cuantitativa como una de las alternativas metodológicas para abordar fenómenos mediante medición y análisis estadístico.

El carácter no experimental del estudio se fundamentó en la ausencia de manipulación deliberada de las variables, dado que estas fueron observadas y medidas en las condiciones naturales en las que se presentaron. En consecuencia, el investigador no intervino para modificar las características de los grupos ni para introducir tratamientos experimentales, sino que procedió a registrar y analizar las manifestaciones observables de las competencias objeto de estudio. Este tipo de diseño resulta pertinente cuando se pretende examinar fenómenos existentes sin alterar deliberadamente sus condiciones de ocurrencia.

Por su parte, el corte transversal implicó que la recopilación de información se efectuara en un único momento temporal, permitiendo obtener una caracterización puntual del nivel de las competencias semióticas en los grupos seleccionados. Este tipo de diseño posibilita describir variables y efectuar comparaciones entre grupos dentro de un mismo período de observación, sin requerir un seguimiento longitudinal de los participantes.

El componente descriptivo-comparativo permitió, en consecuencia, caracterizar cuantitativamente el desempeño de las muestras y contrastar los resultados obtenidos entre los grupos independientes. Desde esta perspectiva, el análisis estadístico se orientó a determinar si las diferencias observadas en las puntuaciones medias de las competencias semióticas presentaban suficiente evidencia estadística para considerarse diferencias entre las poblaciones de referencia, de acuerdo con las hipótesis planteadas. Los diseños transversales comparativos son precisamente adecuados para contrastar dos o más grupos en un momento determinado e identificar diferencias entre ellos.

En conjunto, esta estrategia metodológica proporcionó un marco coherente para cuantificar el nivel de dominio de las competencias semióticas, describir su comportamiento en cada grupo y establecer comparaciones estadísticas entre las muestras, sin recurrir a la manipulación experimental de las variables. De esta manera, los resultados obtenidos permiten generar evidencia empírica sobre las diferencias existentes entre los grupos estudiados y aportar una base objetiva para la interpretación del fenómeno investigado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Población y Muestra

La población estuvo constituida por los estudiantes inscritos en los ciclos de formación matemática de la ESPAM MFL, localizados en Calceta, Ecuador, contabilizando un universo total de $N = 1200$ individuos. El tamaño de la muestra se estimó aplicando la fórmula para poblaciones finitas con una varianza máxima para proporciones de $p = q = 0.5$, un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$) y un margen de error muestral del 9.3%.



La muestra quedó conformada por 100 estudiantes seleccionados mediante un muestreo probabilístico aleatorio simple, divididos de manera homogénea en dos estratos independientes ($n = 50$ para cada subgrupo):

- Grupo Nivelación: Integrado por estudiantes del curso introductorio obligatorio previa inserción a sus carreras, representando las destrezas adquiridas en la educación secundaria.
- Grupo Carrera: Conformado por estudiantes de semestres avanzados que acreditaron las asignaturas basales de ciencias exactas.

Instrumento de Recolección de Datos

Los datos se recabaron mediante una encuesta estructurada consistente en un cuestionario de evaluación diagnóstica diseñado y validado por la Unidad de Ciencias Básicas de la institución. El instrumento consta de reactivos orientados a examinar cuatro dimensiones de representación semiótica matemática, cada una calificada bajo una puntuación continua de 0 a 20 puntos. Para la categorización general, se determinaron tres niveles ordinales de competencia: Inicio (0 a 10 puntos), Proceso (11 a 15 puntos) y Logrado (16 a 20 puntos).

Las especificaciones analíticas de cada dimensión operativa se definen a continuación:

- Dimensión 1 (Traduce cantidades): Mide la capacidad para decodificar sintácticamente textos complejos en lenguaje natural y transformarlos al código analítico-algebraico. Reactivo prototipo: "Escribir en lenguaje simbólico: el triple del cubo de una variable aumentado en el doble del cuadrado de la diferencia entre dicha variable y otro factor".
- Dimensión 2 (Manipula y resuelve expresiones): Examina el control operativo elemental de expresiones complejas y planteamientos de ecuaciones. Reactivo prototipo: "Resolver el conjunto de ecuaciones simultáneas no lineales propuesto y simplificar el término resultante a su expresión mínima".
- Dimensión 3 (Comprende las formas): Evalúa el razonamiento espacial y geométrico. Reactivo prototipo: "Calcular las propiedades métricas de un sólido geométrico tridimensional generado mediante la rotación de una función parabólica dada sobre las abscisas".
- Dimensión 4 (Organiza datos): Mide la destreza estadística para organizar conjuntos estructurados numéricos. Reactivo prototipo: "Construir tablas de contingencia bivariadas a partir de una matriz dispersa de datos cuantitativos y determinar los estimadores centrales".

Análisis Estadístico

Las respuestas se compilaron en una matriz para su procesamiento mediante un paquete de software estadístico. En primera instancia, se recurrió a técnicas descriptivas a través de tablas de frecuencias relativas y absolutas estructuradas por cuadrantes ordinarios. En segunda instancia, con el fin de probar la existencia de asimetrías significativas entre los puntajes continuos e independientes de ambos grupos, se aplicó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes, fijando un valor crítico de significancia estadística en $\alpha = 0.05$.



Resultados y discusión

Análisis descriptivo general

Los resultados obtenidos evidencian diferencias apreciables en el dominio formal del lenguaje matemático en función del nivel de avance académico de los estudiantes. En el estrato correspondiente al nivel de nivelación ($n = 50$), la distribución de los participantes se concentra principalmente en los niveles intermedio y básico. Esta tendencia resulta particularmente evidente en la dimensión algebraico-operativa (Dimensión 2), en la cual únicamente el 20.0% de los estudiantes del curso de nivelación alcanza el nivel Logrado. En contraste, el 80.0% restante se distribuye entre los niveles Inicio (36.0%) y Proceso (44.0%), lo que evidencia una mayor concentración de estudiantes en estadios previos a la consolidación de las competencias evaluadas. De manera similar, en el componente relacionado con la traducción analítica (Dimensión 1), el 70.0% de los participantes se encuentra por debajo del nivel de consolidación.

Por otro lado, en el estrato correspondiente a estudiantes de carrera ($n = 50$), se observa un desplazamiento significativo de la distribución de frecuencias hacia los niveles superiores de desempeño. En la Dimensión 2 (Manipulación), el 74.0% de los estudiantes avanzados se ubica en el nivel Logrado, mientras que únicamente el 6.0% permanece en el nivel Inicio. Esta distribución evidencia un mayor grado de dominio de las habilidades asociadas con la manipulación formal del lenguaje matemático en este grupo. Asimismo, en la dimensión relacionada con la conceptualización geométrica y espacial de formas tridimensionales (Dimensión 3), el nivel de logro alcanza al 80.0% de los estudiantes evaluados del grupo de carrera. Las proporciones descriptivas correspondientes a cada cuadrante se presentan de manera detallada en la Tabla 1.

En conjunto, estos resultados permiten identificar una tendencia diferenciada en el desempeño de los estudiantes según su nivel de avance académico, caracterizada por una mayor concentración en niveles básicos e intermedios en el grupo de nivelación y una mayor presencia del nivel Logrado en el grupo de carrera. Esta interpretación resulta coherente con el uso del análisis cuantitativo para describir y comparar distribuciones de desempeño mediante datos numéricos y procedimientos estadísticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Tabla 1. Distribución porcentual y frecuencias del desempeño según nivel de dominio y grupo

Dimensión de la Competencia	Nivel de Dominio (Escala)	Grupo Nivelación (fr)	Grupo Nivelación (%)	Grupo Carrera (fr)	Grupo Carrera (%)
D1: Traduce cantidades	Inicio (0–10 pts)	15	30.0	5	10.0
	Proceso (11–15 pts)	20	40.0	15	30.0
	Logrado (16–20 pts)	15	30.0	30	60.0
D2: Manipula expresiones	Inicio (0–10 pts)	18	36.0	3	6.0
	Proceso (11–15 pts)	22	44.0	10	20.0
	Logrado (16–20 pts)	10	20.0	37	74.0
D3: Comprende formas	Inicio (0–10 pts)	12	24.0	2	4.0
	Proceso (11–15 pts)	25	50.0	8	16.0
	Logrado (16–20 pts)	13	26.0	40	80.0



D4: Organiza datos	Inicio (0–10 pts)	18	36.0	5	10.0
	Proceso (11–15 pts)	20	40.0	12	24.0
	Logrado (16–20 pts)	12	24.0	33	66.0

Fuente: Elaboración propia a partir del cuestionario aplicado.

Contraste de medias inferencial

Para comprobar el nivel de significancia de las variaciones observadas entre las medias poblacionales continuas, se corrió la prueba estadística *t* de Student. El análisis infirió variaciones altamente significativas ($p < 0.001$) en el comportamiento de cada uno de los subcomponentes del idioma matemático (véase Tabla 2).

La discrepancia operativa más marcada se identificó en la dimensión D2 (Manipula expresiones), registrando un coeficiente de $t(98) = -12.87$, donde el valor promedio logrado por la muestra de carrera ($M = 16.90 \pm 1.85$) supera en más de siete puntos a la media del grupo de nivelación ($M = 9.80 \pm 3.42$). De igual modo, la habilidad para procesar configuraciones métricas y espaciales (D3) expuso una discrepancia notable $t(98) = -12.21$ entre el estrato superior ($M = 17.40 \pm 1.12$) y el inferior ($M = 12.10 \pm 2.84$).

Tabla 2. Estadísticos Comparativos de la Prueba *t* de Student para Muestras Independientes

Componente Semiótico Evaluado	Grupo Nivelación (n=50) Media (M) $\pm$ DE	Grupo Carrera (n=50) Media (M) $\pm$ DE	Valor Estadístico <i>t</i>	Grados de Libertad (df)	Probabilidad (p-value)
D1: Traduce cantidades	11.20 $\pm$ 3.15	15.80 $\pm$ 2.42	-8.18	98	< 0.001
D2: Manipula expresiones	9.80 $\pm$ 3.42	16.90 $\pm$ 1.85	-12.87	98	< 0.001
D3: Comprende formas	12.10 $\pm$ 2.84	17.40 $\pm$ 1.12	-12.21	98	< 0.001
D4: Organiza datos	10.50 $\pm$ 3.26	16.10 $\pm$ 2.08	-10.25	98	< 0.001

Nota: Evaluación estimada sobre puntuación continua de 0 a 20 puntos.

Discusión

Los resultados empíricos obtenidos en la presente investigación evidencian una diferencia cognitiva considerable en el desempeño de los estudiantes del curso de nivelación. En particular, la concentración del 80.0% de los ingresantes en los niveles inferior y medio de la competencia de manipulación matemática guarda correspondencia con los planteamientos desarrollados en la literatura especializada sobre los procesos de transición hacia la educación superior (Artigue, 2020; Thomas & Klymchuk, 2022).

En este contexto, Tall (2013) y Gray y Tall (2014), a partir de sus aportes al estudio del desarrollo del pensamiento algebraico avanzado, sostienen que este tipo de desempeño puede asociarse con estudiantes cuya aproximación a la matemática permanece predominantemente orientada hacia la ejecución de procedimientos. Desde esta perspectiva, los símbolos algebraicos son interpretados principalmente como elementos que desencadenan acciones mecánicas o secuencias operativas reiterativas, lo que configura una modalidad de razonamiento de carácter procedimental y limitado.



Esta forma de aproximación restringe la capacidad para establecer relaciones estructurales y reconocer propiedades invariantes, aspectos necesarios para avanzar hacia la comprensión y conceptualización de objetos matemáticos abstractos (Sfard, 1991; Sierpinska, 2014). En consecuencia, los resultados sugieren que las dificultades identificadas en el grupo de nivelación no se circunscriben únicamente al dominio de procedimientos algebraicos, sino que también podrían estar vinculadas con el proceso de transición desde una comprensión operacional hacia formas de pensamiento matemático de mayor nivel de abstracción y flexibilidad conceptual.

La rigidez en los procesos de interpretación matemática se relaciona con los resultados obtenidos en la Dimensión 1, en la cual el 70.0% de los estudiantes del curso de ingreso presenta dificultades en los reactivos asociados con la traducción simbólica. Este comportamiento es consistente con los planteamientos de Duval (2006, 2017) acerca de las dificultades de naturaleza semiótica que pueden surgir durante los procesos de comprensión y transformación de representaciones matemáticas. Desde esta perspectiva, la conversión entre diferentes registros de representación constituye una operación cognitiva relevante para la construcción del conocimiento matemático, debido a que exige establecer correspondencias entre sistemas de significación diferenciados.

En este sentido, cuando el estudiante debe efectuar procesos de conversión desde el lenguaje común hacia el registro algebraico, puede enfrentar dificultades para identificar, interpretar y reorganizar adecuadamente los significados presentes en cada representación. La transición entre ambos registros demanda superar las diferencias semánticas y estructurales existentes entre el lenguaje natural y el sistema formal de representación algebraica, lo que puede generar obstáculos en la construcción de una correspondencia coherente entre los significados expresados. Estas dificultades adquieren especial relevancia debido a que, desde el enfoque semio-cognitivo, la actividad matemática implica transformaciones entre diferentes representaciones y no únicamente la ejecución de procedimientos dentro de un mismo registro (Duval, 2006, 2017).

Como consecuencia, las dificultades en la interpretación y conversión simbólica pueden interrumpir el proceso de resolución antes de que el estudiante llegue a desarrollar las operaciones de cálculo instrumental. En este escenario, los resultados permiten inferir la presencia de limitaciones en procesos cognitivos vinculados con la articulación de significados, representaciones y procedimientos matemáticos, lo cual resulta compatible con los planteamientos de Godino et al. (2017) y Radford (2021). Por tanto, el desempeño observado en la Dimensión 1 no debe interpretarse exclusivamente como una deficiencia procedimental, sino también como una dificultad relacionada con la comprensión y coordinación de los distintos registros semióticos involucrados en la actividad matemática.

Por otra parte, el desempeño superior observado en el estrato avanzado de carrera permite sostener que las competencias vinculadas con el dominio complejo del lenguaje matemático formal se desarrollan y consolidan progresivamente a través de la exposición sistemática a las metodologías, prácticas discursivas y exigencias propias de la formación politécnica (Font de la Filia et al., 2013; Gueudet et al., 2016). En este sentido, el mayor nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes de carrera puede interpretarse como resultado de un proceso de apropiación gradual de las formas de razonamiento, representación y comunicación matemática requeridas en contextos académicos de mayor complejidad.



No obstante, esta evolución no debe comprenderse exclusivamente como consecuencia del transcurso del tiempo académico ni como un proceso espontáneo derivado del avance curricular. Por el contrario, la consolidación de dichas competencias requiere de acciones pedagógicas deliberadas, estrategias de acompañamiento y procesos de mediación que proporcionen al estudiante apoyos progresivos para transitar hacia niveles superiores de comprensión matemática (Planas & Schütte, 2018). Desde esta perspectiva, el aprendizaje del lenguaje formal demanda condiciones didácticas que favorezcan la interacción entre los conocimientos previos del estudiante, las nuevas formas de representación matemática y las situaciones problemáticas propias de la formación universitaria.

Asimismo, desde los planteamientos de la semántica cognitiva, el proceso de construcción de conceptos matemáticos abstractos puede comprenderse a partir de su vinculación con experiencias, esquemas conceptuales y dominios de conocimiento próximos al sujeto (Lakoff & Johnson, 2003; Lakoff & Núñez, 2000). Bajo esta perspectiva, la transición hacia formas de reificación estructural abstracta se favorece cuando los conceptos matemáticos dejan de constituirse como entidades exclusivamente formales y se relacionan con experiencias físicas, espaciales y cotidianas que permiten atribuirles significado. En consecuencia, la progresión hacia niveles superiores de pensamiento matemático implica no solo la adquisición de procedimientos, sino también la construcción gradual de significados y estructuras conceptuales que permitan al estudiante operar con objetos matemáticos abstractos de manera flexible y contextualizada.

En consideración a la orientación agropecuaria que caracteriza a la ESPAM MFL, resulta pertinente replantear las estrategias de enseñanza implementadas en los niveles básicos, superando una concepción predominantemente instrumental y descontextualizada de la matemática. La propia estructura formativa institucional se encuentra estrechamente vinculada con la resolución de problemáticas relacionadas con los sistemas agrícolas y agropecuarios, particularmente en ámbitos como el manejo sostenible del suelo y el agua, los sistemas de riego y drenaje y la optimización de los procesos productivos.

Desde esta perspectiva, el abordaje de contenidos como la formulación de ecuaciones, el análisis de variaciones y otros procedimientos matemáticos podría fortalecerse mediante la incorporación sistemática de situaciones problemáticas, representaciones analógicas y metáforas conceptuales vinculadas con experiencias concretas del entorno agroproductivo. Ejemplos relacionados con los flujos de irrigación, los equilibrios del suelo o los balances biológicos permitirían establecer conexiones entre los procedimientos formales y fenómenos susceptibles de ser observados e interpretados en contextos próximos a la formación profesional del estudiante. Esta orientación coincide con investigaciones que han identificado aportes favorables de la contextualización de la enseñanza matemática mediante contenidos vinculados con las ciencias agrícolas, particularmente en términos de motivación, comprensión y aprendizaje.

En consecuencia, el establecimiento de vínculos entre las abstracciones matemáticas y esquemas conceptuales derivados de situaciones concretas podría favorecer la construcción progresiva de significados y facilitar los procesos de articulación entre diferentes formas de representación matemática. La contextualización no implicaría sustituir el lenguaje formal por situaciones prácticas, sino utilizar estas últimas como mediadoras para facilitar el tránsito progresivo hacia niveles superiores de abstracción y formalización. Este planteamiento resulta especialmente pertinente en estudiantes que presentan dificultades iniciales, dado que investigaciones recientes sobre la contextualización de las matemáticas mediante conceptos agrícolas han



evidenciado mejoras en el desempeño y la comprensión, aunque también señalan la necesidad de proporcionar apoyos adicionales a los estudiantes con menores niveles de dominio.

Por tanto, la incorporación de referentes propios del contexto agroproductivo de la ESPAM MFL podría constituirse en una estrategia didáctica pertinente para fortalecer las competencias matemáticas de ingreso, favorecer la articulación entre conocimientos previos y nuevos aprendizajes y contribuir al desarrollo progresivo del pensamiento científico. En este sentido, el anclaje de los conceptos abstractos en experiencias significativas del entorno profesional permitiría no solo mejorar la comprensión de los contenidos matemáticos, sino también favorecer una formación más contextualizada, interdisciplinaria y coherente con el perfil académico y profesional de la institución.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten establecer la existencia de una brecha significativa en el dominio del lenguaje matemático formal entre los estudiantes del curso de nivelación y aquellos pertenecientes al estrato de carrera de la ESPAM MFL. Esta diferencia se manifiesta particularmente en los procesos de traducción lingüístico-simbólica y en la manipulación formal de expresiones algebraicas, evidenciando que las principales dificultades de los estudiantes de ingreso no se limitan a la ejecución de operaciones, sino que involucran procesos cognitivos relacionados con la interpretación, transformación y coordinación de representaciones matemáticas. Este hallazgo adquiere especial relevancia desde la perspectiva semiótica, debido a que la actividad matemática requiere la articulación entre diferentes registros de representación y no únicamente el tratamiento de símbolos dentro de un mismo sistema. En consecuencia, el dominio del lenguaje matemático debe ser considerado un componente estratégico para la transición académica hacia la formación politécnica y no únicamente como un conocimiento instrumental previo.

La comparación del desempeño entre los grupos permite inferir que la competencia simbólica y algebraica constituye una capacidad susceptible de desarrollarse mediante procesos sistemáticos de formación académica, más que una condición exclusivamente determinada por disposiciones individuales o por el nivel inicial de conocimiento. El mejor desempeño observado en el grupo de carrera sugiere que la exposición progresiva a prácticas de razonamiento, representación y formalización matemática contribuye a la consolidación de estructuras cognitivas de mayor complejidad. En este sentido, la enseñanza de las asignaturas correspondientes a la Unidad de Ciencias Básicas requiere trascender una orientación centrada predominantemente en la resolución mecánica de ejercicios y avanzar hacia un modelo que conciba la matemática como un sistema formal de significación, en el que los símbolos, las representaciones, las relaciones y las reglas de transformación adquieren sentido dentro de estructuras conceptuales articuladas. Esta perspectiva resulta coherente con los planteamientos de Duval sobre la función cognitiva de los registros de representación semiótica en la construcción del pensamiento matemático.

El diagnóstico cuantitativo desarrollado constituye una base empírica para la toma de decisiones pedagógicas y curriculares orientadas a fortalecer la transición entre la educación precedente y la formación matemática universitaria. Las diferencias identificadas entre los grupos permiten superar aproximaciones sustentadas exclusivamente en percepciones docentes o apreciaciones intuitivas y proporcionan evidencia objetiva para identificar áreas específicas de intervención. En particular, los resultados justifican la incorporación de estrategias de diagnóstico temprano, actividades de conversión entre registros semióticos, resolución de



problemas contextualizados, modelización matemática y mecanismos de retroalimentación progresiva. La investigación sobre andamiaje en educación matemática señala precisamente la importancia de proporcionar apoyos intencionales que permitan avanzar desde formas iniciales de comprensión hacia procesos conceptuales de mayor complejidad.

Desde una perspectiva curricular, los hallazgos sugieren que el fortalecimiento de las competencias matemáticas de ingreso no debería limitarse a incrementar la cantidad de ejercicios o contenidos procedimentales, sino orientarse hacia el desarrollo de capacidades de interpretación, argumentación, representación, conversión y generalización. En particular, las dificultades observadas en la articulación entre el lenguaje natural y el lenguaje algebraico evidencian la necesidad de diseñar experiencias de aprendizaje que hagan explícitas las relaciones entre diferentes sistemas de representación. La investigación especializada identifica la conversión entre registros como un proceso cognitivo fundamental para la comprensión matemática, por lo que su incorporación sistemática en las actividades de enseñanza puede contribuir a disminuir los obstáculos que enfrentan los estudiantes durante la transición hacia formas más abstractas de pensamiento.

Finalmente, los resultados permiten plantear que la nivelación matemática debe concebirse como un proceso de mediación cognitiva y no únicamente como una instancia de recuperación de contenidos escolares. En el contexto de la ESPAM MFL, esto implica diseñar intervenciones pedagógicas que articulen los conocimientos previos de los estudiantes con las formas de razonamiento propias de la educación politécnica, incorporando andamiajes progresivos, representaciones múltiples y situaciones problemáticas vinculadas con los campos de formación profesional. De esta manera, la nivelación podría desempeñar una función estratégica en la reducción de las brechas de ingreso y en la construcción de las bases necesarias para el pensamiento algebraico estructural. La evidencia contemporánea sobre aprendizaje algebraico también destaca que el trabajo con expresiones y variables exige favorecer procesos de comprensión conceptual mediante apoyos didácticos focalizados, especialmente cuando los estudiantes se encuentran en etapas iniciales de desarrollo de estas competencias.

En términos de proyección institucional, los hallazgos permiten sostener que el fortalecimiento del lenguaje matemático constituye una línea de intervención prioritaria para mejorar la articulación académica entre la nivelación y las asignaturas de formación básica de la ESPAM MFL. La evidencia obtenida puede servir como punto de partida para establecer mecanismos de diagnóstico inicial, seguimiento longitudinal y evaluación de la progresión de las competencias semióticas y algebraicas. Esto permitiría avanzar desde acciones remediales aisladas hacia una política pedagógica sistemática de acompañamiento académico, sustentada en evidencia y orientada al desarrollo progresivo de competencias matemáticas transferibles a los distintos campos científicos y profesionales de la institución.

Referencias

- Artigue, M. (2020). The challenge of transition in mathematics education: From school to university. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(8), 1205–1221.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Bunge, M. (2004). *La investigación científica: Su estrategia y su filosofía*. Siglo XXI Editores.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com

- D'Amore, B., Fandiño Pinilla, M. I., & Iori, M. (2015). Primeros elementos de semiótica en la educación matemática. Editorial Síntesis.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1), 103–131.
- Duval, R. (2017). Semiosis y pensamiento humano: Registros de representación semiótica y aprendizajes intelectuales. Universidad del Valle.
- English, L. D. (2015). Mathematical reasoning in the early years: Analogies, metaphors, and images. Routledge.
- Font de la Filia, V., Godino, J. D., & Gallardo, J. (2013). The emergence of objects from mathematical practices. *Educational Studies in Mathematics*, 82(1), 97–117.
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C., & Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 90–113.
- Gray, E. M., & Tall, D. O. (2014). Duality, ambiguity, and flexibility: A "proceptual" view of simple arithmetic. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(2), 116–140.
- Gueudet, G., Bosch, M., DiSessa, A. A., & Vermunt, J. D. (2016). Transitions in mathematics education: Approaches to curriculum and university pedagogy. *ZDM Mathematics Education*, 48(5), 651–664.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (2003). *Metaphors we live by*. London: The University of Chicago Press.
- Lakoff, G., & Núñez, R. (2000). *Where mathematics comes from: How the embodied mind brings mathematics into being*. Basic Books.
- Luci, A., & Reyes, F. (2016). La metáfora como herramienta para el desarrollo del pensamiento abstracto. *Revista de Educación Matemática*, 31(2), 15–30.
- Planas, N., & Schütte, M. (2018). Research frameworks for the study of language in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 50(6), 951–963.
- Radford, L. (2021). *The cultural-historical theory of objectification: A perspective on mathematics education*. Springer.
- Rico, L., & Ruiz-Hidalgo, J. (2018). *El significado de los conceptos matemáticos escolares*. Editorial Síntesis.
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 1–36.
- Sfard, A. (1994). Reification as the birth of metaphor. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 44–55.
- Sierpinska, A. (2014). *Understanding in mathematics*. Routledge.





- Tall, D. (2013). How humans learn to think mathematically: Exploring the Three Worlds of Mathematics. Cambridge University Press.
- Thomas, M. O., & Klymchuk, S. (2022). The school-to-university transition in mathematics: Scaffolding and professional development. *Mathematics Education Research Journal*, 34(3), 445–467.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistaalcon@gmail.com