

Tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas en la carrera Licenciatura en Educación Matemática

Didactic treatment of algebraic structures in the Bachelor's degree in Mathematics Education

*Yenet Cabrales Perdomo*¹

*Michel Enrique Gamboa Graus*²

*Ania Domínguez Reyes*³

Resumen

Este artículo aborda la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra en la formación de docentes de Matemática, específicamente en lo que respecta al tratamiento didáctico de las estructuras algebraicas. Se fundamenta en la exigencia de trascender la enseñanza tradicional, caracterizada por la abstracción y la unidireccionalidad, hacia una perspectiva que promueva la comprensión conceptual, la independencia cognitiva y la significatividad del aprendizaje. En consecuencia, se propone un nuevo procedimiento de instrucción-comunicativa que articula el análisis de escenarios reales de referencia, la creación de actividades docentes contextualizadas y la evaluación de la relevancia didáctica en la toma de decisiones argumentadas. Durante el proceso investigativo se emplearon diversidad de métodos, técnicas e instrumentos de investigación como modelación, entrevista, encuesta, análisis

¹ Licenciado en Educación, especialidades Matemática-Física. Máster en Ciencias de la Educación, Profesor Auxiliar. Departamento Matemática Física de la Universidad de Las Tunas, Cuba. E-mail: yenet@ult.edu.cu. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4046-2085>

² Licenciado en Educación, especialidades Matemática-Computación y Lenguas Extranjeras (Inglés). Doctor en Ciencias Pedagógicas. Centro de Estudios Pedagógicos de la Universidad de Las Tunas, Cuba. E-mail: michelgamboagraus@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3704-9927>

³ Licenciado en Educación, especialidad Matemática. Doctor en Ciencias de la Educación, Profesor Titular. Departamento Matemática Física de la Universidad de Las Tunas, Cuba. E-mail: ania@ult.edu.cu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3434-3493>



documental y experimentación pedagógica. Los resultados evidencian que el procedimiento de instrucción-comunicativa no solo favorece la comprensión, presentación y aplicación de las estructuras algebraicas, sino que también fomenta la interacción entre los involucrados en el tratamiento didáctico, de modo que se integran componentes y realidades contextuales en función del desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes, proporcionando herramientas efectivas para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra en la carrera Licenciatura en Educación Matemática.

Palabras clave: tratamiento didáctico, instrucción-comunicativa, procedimiento, estructuras algebraicas, álgebra.

Abstract

This article addresses the need to improve the teaching-learning process of Algebra in the training of Mathematics teachers, specifically with regard to the didactic treatment of algebraic structures. It is based on the need to transcend traditional teaching, characterized by abstraction and unidirectionality, towards a perspective that promotes conceptual understanding, cognitive independence and the significance of learning. Consequently, a new communicative-instruction procedure is proposed that articulates the analysis of real reference scenarios, the creation of contextualized teaching activities and the evaluation of didactic relevance in reasoned decision making. During the research process, a variety of methods, techniques and research instruments were used, such as modeling, interviews, surveys, documentary analysis and pedagogical experimentation. The results show that the communicative-instruction procedure not only favors the understanding, presentation and application of algebraic structures, but also encourages interaction between those involved in the didactic treatment, so that components and contextual realities are integrated depending on the comprehensive development of the personality of

students, providing effective tools to improve the teaching-learning process of Algebra in the Bachelor's degree in Mathematics Education.

Keywords: didactic treatment, communicative-instruction, procedure, algebraic structures, algebra.

Introducción

Garantizar un proceso de enseñanza-aprendizaje inclusivo, participativo y de calidad que instruya a la vez que forma y desarrolla al individuo es una de las exigencias de la educación contemporánea (Silvestre, 2001; Gamboa et al., 2024). En el contexto de la formación de docentes de Matemática, en Cuba, los contenidos algebraicos ofrecen amplias posibilidades para el cumplimiento de esta exigencia. Al respecto, el Modelo del Profesional para esta especialidad exige una formación integral y de calidad (Ministerio de Educación Superior [MES], 2016).

En el cumplimiento de este objetivo, el programa de la disciplina Álgebra plantea dominar los contenidos algebraicos y promover el empleo de métodos adecuados que favorezcan la construcción de conocimientos (Leal et al., 2016). Sin embargo, la observación sistemática, el intercambio con otros profesionales y la experiencia de la docente investigadora revelaron manifestaciones de insuficiencias en este sentido, las que se expresan en:

1. La presentación unidireccional y abstracta, por parte del docente, de los conocimientos asociados a las estructuras algebraicas.
2. El empleo de formas únicas de representación de estos contenidos.
3. La aplicación, casi exclusiva, de las estructuras algebraicas en situaciones intramatemáticas.

Lo anterior revela la necesidad de propiciar en el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas la reflexión, la independencia cognoscitiva y la búsqueda de significados, en

contraposición con formas de trabajo que limitan la comprensión conceptual, la diversidad de representaciones y la transferencia de conocimientos. En tal sentido, los aportes que emergen de las investigaciones relacionadas con el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas, en la última década, se enfocan hacia la integración conceptual, cognitiva y social de las estructuras algebraicas con el empleo de diferentes canales y vías de comunicación, en detrimento de la atención a las relaciones que se producen en este proceso (Sepúlveda, 2016; Canter, 2018; Lizana y Antezana, 2021; de Senna & Höpner, 2023).

Surge así la necesidad de atender las interacciones que se producen en el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas, de modo que se integren componentes y realidades contextuales para el diseño, desarrollo y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra. En consecuencia, se plantea la elaboración de un nuevo procedimiento de instrucción que favorezca el análisis de escenarios reales de referencia, la creación de actividades docentes contextualizadas y la evaluación de la relevancia didáctica en la toma de decisiones argumentadas durante el tratamiento didáctico a las estructuras algebraica en la carrera Licenciatura en Educación Matemática.

Desarrollo

En este contexto, el método Análisis Didáctico (Rico, 2013) se presenta como una alternativa idónea para integrar los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra con los procesos de análisis que caracterizan la toma de decisiones durante el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas. Si bien este método permite llevar a vías de hecho el diseño, desarrollo y evaluación de estos contenidos, requiere de una intervención en el análisis de instrucción que considere la dinámica de las interacciones durante la previsión científica de las diferentes etapas del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al respecto, se destacan las investigaciones de Font et al. (2010) y Godino et al. (2006) quienes proponen cinco niveles para el análisis del proceso de instrucción, desde la perspectiva del Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática. De manera particular, el tercer nivel de análisis está orientado a la descripción de los patrones de interacción y su articulación secuencial en trayectorias didácticas, lo que permite regular tanto la dimensión epistémica de los procesos de instrucción como los aspectos cognitivos y afectivos. Sin embargo, estos resultados no han sistematizado suficientemente las potencialidades de la comunicación para la interacción de los involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de modo que se integren componentes y realidades contextuales.

Para contribuir a solucionar esta limitación y conducir a la negación dialéctica de la forma precedente por la nueva, se introdujo un nuevo procedimiento de análisis en la dimensión ético/formativa del método Análisis Didáctico empleado para el tratamiento a las estructuras algebraicas en la carrera Licenciatura en Educación Matemática. El nuevo procedimiento, denominado análisis de instrucción-comunicativa, consiste en un sistema ordenado de acciones y operaciones estructuradas en etapas (diseño, desarrollo y evaluación) interrelacionadas entre sí.

El rasgo distintivo del procedimiento radica en su propósito específico de incorporar la comunicación como organizador curricular en el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra. Este rasgo se aparta de visiones que abordan la comunicación como un componente complementario, para posicionarla como un proceso esencial y dinamizador de la interacción e integración de componentes y realidades contextuales, en función de la transformación buscada. En consecuencia, la forma tradicional de realización del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas centrado en recordar, comprender y aplicar lo aprendido, se complementa con el

análisis de escenarios reales de referencia, la creación de tareas docentes contextualizadas y la evaluación de la relevancia didáctica en la argumentación de la toma de decisiones.

Acciones y operaciones del procedimiento de instrucción comunicativa

La etapa de diseño posee función orientadora-organizacional y se centra en el análisis de escenarios reales de referencia en los que tienen lugar relaciones de interacción e integración de componentes y realidades contextuales. El objetivo es identificar situaciones problemáticas auténticas que permitan conectar los conceptos algebraicos con la experiencia previa de los involucrados y con otros campos del conocimiento. Esta etapa se centra en las acciones de planificación y organización del proceso de enseñanza del Álgebra, por lo que en ella se concreta el diseño, análisis y selección de los diferentes componentes didácticos. Las principales operaciones a desarrollar son:

- Análisis del enfoque curricular del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas: se revisan las orientaciones de documentos oficiales y medios auxiliares y se actualizan las formas de realización del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas.

- Identificación de escenarios reales de referencia: se seleccionan escenarios del entorno social, cultural o profesional de los estudiantes que involucren la aplicación de las estructuras algebraicas.

- Análisis de la estructura matemática del escenario: se identifican las estructuras algebraicas subyacentes en el escenario seleccionado, así como las relaciones entre ellas y con otros contenidos matemáticos.

- Determinación de las necesidades de aprendizaje: se establecen los objetivos de aprendizaje, problemas docentes y contenidos algebraicos que se pretenden desarrollar en el escenario seleccionado.

- Determinación de las metodologías de enseñanza-aprendizaje: se diseñan, analizan y seleccionan los métodos, medios de enseñanza-aprendizaje y formas de organización en correspondencia con las necesidades de aprendizaje identificadas.

El desarrollo del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas tiene función práctico-instrumental y pondera la creación de actividades docentes contextualizadas. En ella se promueve la participación activa de los involucrados para la elaboración de significados compartidos mediante la formulación de conjeturas, la argumentación de ideas y la comunicación de resultados. Las operaciones se enfocan en:

- Presentación del escenario real de referencia: se introduce el escenario a los involucrados en el tratamiento didáctico, utilizando diferentes recursos didácticos (exposiciones orales, textos, imágenes, videos, demostraciones prácticas, etc.) que faciliten su comprensión.

- Diseño de la secuencia didáctica: se planifica la secuencia de actividades que se desarrollarán en el aula, teniendo en cuenta los componentes didácticos, las características del escenario de referencia y de los involucrados.

- Resolución de problemas contextualizados: se plantean problemas que requieran la aplicación de las estructuras algebraicas en el contexto del escenario de referencia seleccionado.

- Comunicación de resultados: se promueve la participación activa de los protagonistas del tratamiento didáctico en la formulación de hipótesis, la argumentación de soluciones y la justificación de razonamientos, utilizando diferentes formas de expresión.

La evaluación tiene función de control-retroalimentación de las etapas anteriores y se centra en la valoración de la relevancia didáctica en la toma de decisiones argumentadas. En esta etapa se considera la pertinencia y efectividad de las actividades diseñadas, así como las acciones

de mejora en la contextualización del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas. Las operaciones se concretan en:

- Análisis de las producciones de los protagonistas: se analizan las respuestas a los problemas, las decisiones asumidas, las presentaciones realizadas y otros productos generados durante la etapa de desarrollo.

- Valoración de la significatividad de la contextualización del tratamiento didáctico: se analiza la capacidad de las decisiones didácticas asumidas para transferir los conocimientos algebraicos a nuevas situaciones problemáticas y conectarlos con la experiencia cotidiana de los protagonistas del tratamiento didáctico a partir del nivel de interacción e integración de componentes y realidades contextuales.

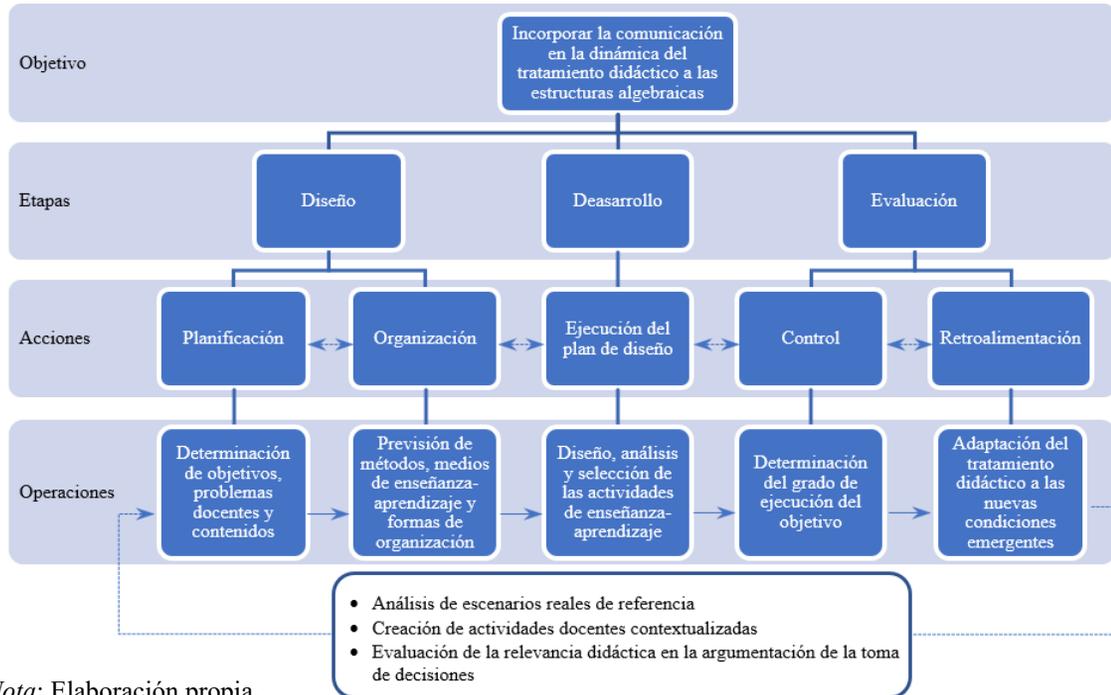
- Toma de decisiones argumentadas: se toman decisiones sobre la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, basándose en la información obtenida en las operaciones anteriores.

- Adaptación del tratamiento didáctico a las condiciones emergentes: se desarrollan acciones de mejora y adaptabilidad del tratamiento didáctico, previo a su implementación práctica.

La descripción detallada de las acciones y operaciones del nuevo procedimiento de instrucción-comunicativa proporciona una guía estructurada que facilita la planificación, organización, ejecución, control y retroalimentación del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas (Figura 1).

Figura 1

Representación gráfica del nuevo procedimiento de instrucción-comunicativa.



Nota: Elaboración propia.

Dimensiones e indicadores para la evaluación del procedimiento

Las dimensiones e indicadores para evaluar la pertinencia y efectividad del procedimiento se corresponden con los establecidos por Gamboa et al. (2024) para medir la coherencia didáctica. Estos indicadores, al estar diseñados para examinar la alineación y consistencia entre los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje y el enfoque desarrollador, proporcionan un marco evaluativo que puede ser adaptado para analizar la contextualización del tratamiento didáctico en el ámbito del Álgebra Superior.

De igual modo, se seleccionó la escala ordinal descrita por Gamboa et al. (2024). Esta consiste en la descripción de cuatro categorías (Muy Bien, Bien, Regular y Mal) en correspondencia con el nivel de presencia y/o ejecución de cada característica. Lo que permite

una evaluación integrada y multidimensional de los indicadores, en línea con el enfoque sistémico de la investigación.

De acuerdo con el tipo de escala y las categorías seleccionadas, se recomienda el empleo de la mediana y el intervalo intercuartil como estadísticos de medición y dispersión, respectivamente. El instrumento propuesto para evaluar la transformación de los sujetos y de la contextualización del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas consiste en la rúbrica de evaluación propuesta por los autores citados anteriormente.

Valoración del procedimiento de instrucción-comunicativa

La experimentación para validar el procedimiento de instrucción-comunicativa se llevó a cabo durante el curso 2024 en la Universidad de Las Tunas. Este proceso involucró a los cuatro docentes que imparten Álgebra en la carrera Licenciatura en Educación Matemática y a 20 estudiantes de las modalidades de Curso Diurno (CD) y Curso por Encuentros (CE) de la propia carrera.

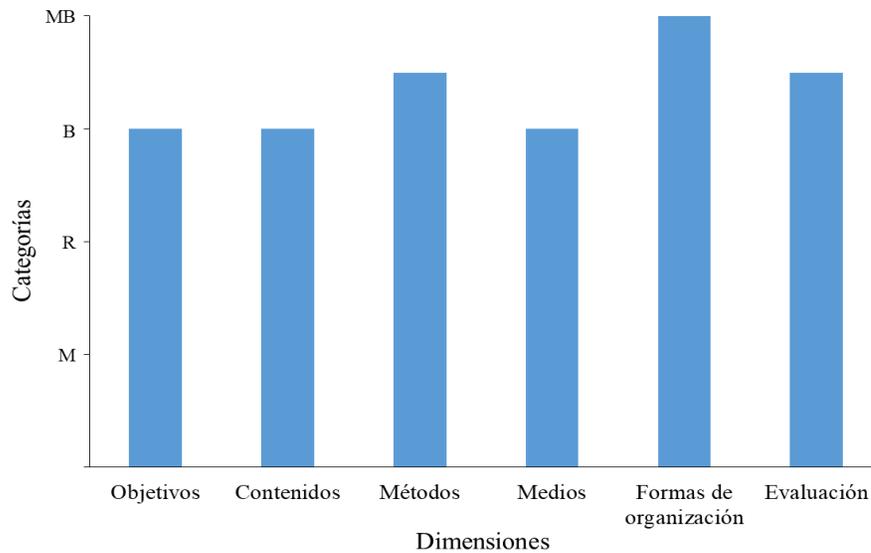
La selección de la institución y los participantes consideró aspectos como la experiencia previa en la enseñanza de Álgebra y la disposición para participar en el estudio. El tamaño de la muestra se determinó mediante criterios estadísticos de saturación teórica, lo que garantizó que la selección fuera representativa y adecuada para los objetivos del experimento (Gamboa, 2023). Los métodos, técnicas, e instrumentos utilizados para la recolección de datos profundizaron en los 60 indicadores establecidos previamente. A su vez, los datos fueron organizados en tablas y presentados en gráficos que facilitaron su interpretación, destacando tanto las fortalezas como las áreas de mejora.

El análisis integral de los resultados mostró un desempeño generalmente positivo en todas las dimensiones. Los métodos, formas de organización y evaluación alcanzaron la categoría MB,

mientras que los objetivos, contenidos y medios de enseñanza-aprendizaje fueron evaluados de B (Figura 2).

Figura 2

Comportamiento general por dimensiones.



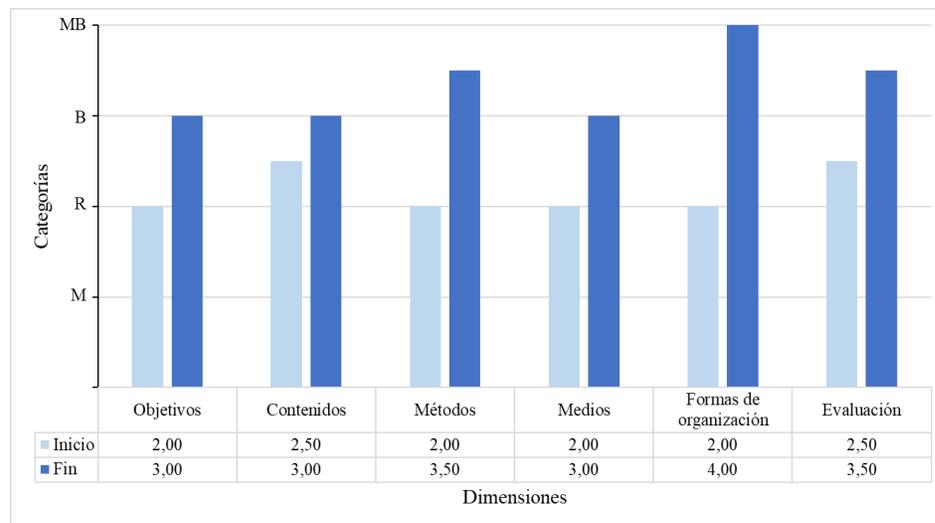
Nota. Fuente: ESCODI_ordinal_2023 (Gamboa, 2023b).

La valoración global de los resultados anteriores permitió evaluar de bien la variable investigada, con una dispersión de 0 en los datos obtenidos. Esto muestra la consistencia general de los resultados y sugiere una implementación sólida y bien planificada del procedimiento. A la vez, evidencia oportunidades de perfeccionar determinados aspectos y lograr resultados superiores en la contextualización del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas en la carrera Licenciatura en Educación Matemática.

Si bien, los resultados en algunas dimensiones sugirieron áreas donde la práctica educativa podría beneficiarse de una mayor consistencia, la comparación entre los datos obtenidos durante la validación y la etapa de diagnóstico muestra una tendencia positiva en la transformación experimentada (Figura 3).

Figura 3

Comparación entre los resultados inicial y final.



Nota. Fuente: ESCODI_ordinal_2023 (Gamboa, 2023b).

Las dimensiones: formas de organización y métodos, experimentaron los mayores avances. Esto indica una mejora significativa en la configuración sistémica, la contextualización, la participación activa, la retroalimentación y la diversificación de formas organizativas y de enseñanza-aprendizaje, así como en la integración de métodos reflexivos y participativos en el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas. Aunque la evaluación global en ambas dimensiones mostró iguales categorías iniciales y finales, la profundización en el comportamiento interno de cada una de ellas indicó mayor consistencia en la transformación de las formas organizativas.

La evaluación mostró una transformación similar, lo que sugiere una mejora significativa en las técnicas y herramientas utilizadas en esta dimensión. Sin embargo, es válido señalar que se observó un comportamiento estático en los indicadores referidos al tránsito hacia niveles superiores de desempeño y el compromiso de los estudiantes en la búsqueda de soluciones.

Aunque en ambos indicadores obtuvieron evaluaciones satisfactorias (B), su estabilidad evidenció áreas de mejora en el diseño e implementación del procedimiento.

Las dimensiones: objetivos y medios de enseñanza-aprendizaje, también mostraron progresos significativos. Esto refleja una formulación más clara y contextualizada de los objetivos de aprendizaje, con énfasis en la promoción del trabajo activo, colaborativo y metacognitivo, así como la incorporación de recursos didácticos variados en correspondencia con la infraestructura existente en la universidad. Aunque ambas dimensiones obtuvieron igual categoría tanto en el estado inicial como final, respectivamente, las transformaciones internas experimentadas por los medios de enseñanza-aprendizaje fueron superiores a las de los objetivos.

La dimensión contenidos experimentó avances más moderados que las anteriores, lo que no le permitió transitar a una categoría superior. Sin embargo, la mayoría de sus indicadores per cápita sufrieron transformaciones significativas que incidieron positivamente en la determinación y selección de los contenidos de enseñanza-aprendizaje. El insuficiente crecimiento de esta dimensión estuvo marcado, principalmente, por la manera en que se dio tratamiento a los contenidos previos y a la identificación de potenciales errores e interconexiones en el sistema de conocimiento.

De manera general, los cambios experimentados se refieren a una mayor comprensión conceptual de las estructuras algebraicas, el aumento en la participación y colaboración en el aula, la transformación de la perspectiva didáctica para el tratamiento a los contenidos algebraicos y la mejora en las habilidades metacognitivas necesarias para resolver problemas complejos y de la práctica educativa. Para verificar la significatividad de estas transformaciones se realizó una prueba de hipótesis consistente en un T-test, un test de significación y un test de significación de rango.

Los resultados obtenidos corroboraron, con un 95% de confianza, que existen diferencias significativas entre el estado inicial y final de la muestra. Al realizar el proceso de experimentación en condiciones de reproducibilidad, con un intervalo corto de tiempo entre el diagnóstico inicial y la implementación práctica de la solución (2023-2024), es coherente asumir que los principales cambios son consecuencia directa de la aplicación del procedimiento.

Estas ideas también se reafirman con el hecho de que a pesar de la diversidad de características de los protagonistas del proceso de enseñanza aprendizaje los resultados individuales obtenidos para cada elemento de la muestra no difieren significativamente, lo que se refleja en los bajos valores de dispersión obtenidos en cada caso. Además, el marco teórico que sostiene la importancia de la comunicación en la enseñanza-aprendizaje del Álgebra, proporciona una base sólida para explicar cómo los elementos específicos del nuevo procedimiento están lógicamente conectados con las mejoras observadas.

Conclusiones

1. Los presupuestos que fundamentan las potencialidades de la comunicación para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra, permiten justificar los contenidos teóricos y prácticos para la incorporación de un nuevo procedimiento de instrucción-comunicativa en el método Análisis Didáctico empleado en el tratamiento a las estructuras algebraicas.

2. Metodológicamente, se destacan las acciones y operaciones diseñadas para el análisis de escenarios reales de referencia, la creación de actividades docentes contextualizadas y la evaluación de la toma de decisiones argumentadas durante la planificación, organización, ejecución, control y retroalimentación del tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas.

3. Los resultados experimentales mostraron una mejora significativa en la comprensión y aplicación de las estructuras algebraicas, así como en la participación activa durante el tratamiento didáctico a las estructuras algebraicas en la carrera Licenciatura en Educación Matemática. Estos efectos son especialmente evidentes en el desarrollo de habilidades metacognitivas y en la transformación de la perspectiva didáctica de los involucrados en este proceso.

Referencias

- Canter, C. (2018). *Objetivos, procesos y conflictos semióticos en la práctica de Lagrange: implicancias para la enseñanza de las Estructuras Algebraicas en la formación de profesores*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Comahue]. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/17170>
- De Senna, G., & Höpner, F. C. (2023). Considerações sobre a Álgebra Acadêmica e a Álgebra Escolar: um estudo em cursos de Matemática Licenciatura [Consideraciones sobre Álgebra Académica y Álgebra Escolar: un estudio en cursos de Pregrado en Matemáticas]. *Educação Matemática Debate*, 7(13), 1-22.
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105.
- Gamboa, M. E. (2023). *Muestra correcta, resultados correctos. Cómo calcular el tamaño de la muestra para obtener información precisa*. Ediciones Nuestro Conocimiento.
- Gamboa, M. E., Barrero, R. I., y Velasco, A. (2024). *Planificación didáctica en Educación Secundaria. Estudio de caso en la formación de docentes de Física, Química y Matemática*. Editorial Académica Española.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26(1), 39-88.
- Leal, M. M., Reyes, D., Tosca, C., Soler, M., y Peña, A. (2016). *Programa de disciplina: Álgebra. Carrera Licenciatura en Educación Matemática*. [Material en soporte digital].

- Lizana, D., y Antezana, R. P. (2021). Representación semiótica en el aprendizaje de conceptos básicos de la estructura algebraica de grupo. *Horizonte de la Ciencia*, 11(21), 177-188.
- Ministerio de Educación Superior. (2016). *Modelo del Profesional. Plan de Estudio "E". Carrera: Licenciatura en Educación Matemática*. [Material en soporte digital].
- Rico, L. (2013). El método del análisis didáctico. *Revista Iberoamericana de Educación*, 33(),11-27.
- Sepúlveda, O. (2016). *Conocimiento Didáctico-Matemático del profesor universitario para la enseñanza del objeto Grupo*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/116>
- Silvestre, M. (2001). *Aprendizaje, educación y desarrollo*. Editorial Pueblo y Educación.