

Habilidades cognitivas en el rendimiento académico en matemática para estudiantes universitarios de primer ingreso

Cognitive skills in academic performance in mathematics for first-year university students

Miguel Ángel Cañizales Mendoza

Universidad de Panamá, Facultad de Psicología, Panamá.

E-mail: miguelangel.cañizales@up.ac.pa. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7433-2118>

Mariela González Murillo

Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnologías, Panamá.

Email: mariela.gonzalezm@up.ac.pa.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2086-700X>

Manuela Foster Vega

Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnologías, Panamá.

Email: manuela.foster@up.ac.pa. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5601-1222>

Fecha de recepción: 27 de febrero del 2025

Fecha de aceptación: 28 de febrero del 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/red.v4n2.7630>

Resumen

El desarrollo de habilidades cognitivas es un factor clave en el rendimiento académico, particularmente en disciplinas que requieren razonamiento lógico y espacial, como las matemáticas. Este estudio analiza la evolución de cinco habilidades cognitivas (general, verbal, numérica, espacial y perceptual) en estudiantes de primer año de la Licenciatura en Matemáticas en la Universidad de Panamá, utilizando la prueba GATB aplicada al inicio y final del primer semestre. Los resultados evidencian mejoras significativas en las habilidades generales, verbales, espaciales y perceptuales, mientras que la habilidad numérica, aunque correlacionada positivamente con el rendimiento en Cálculo Diferencial, no presentó avances estadísticamente

significativos. Además, se identificó una fuerte relación entre la percepción espacial y el desempeño en Geometría Plana, lo que subraya su importancia en la formación matemática. Estos resultados evidencian la importancia de adoptar estrategias educativas que refuercen las habilidades cognitivas desde los primeros semestres universitarios, con énfasis en el desarrollo numérico. Se recomienda la adopción de enfoques didácticos que integren métodos visuales y manipulativos, herramientas digitales interactivas y estrategias de resolución de problemas para optimizar el aprendizaje de matemáticas. Este estudio aporta evidencia empírica sobre el impacto de las habilidades cognitivas en el éxito académico y sugiere la necesidad de intervenciones pedagógicas específicas para mejorar la retención y el desempeño en carreras con un alto componente matemático.

Palabras clave: habilidades cognitivas, rendimiento académico, GATB, Cálculo Diferencial, Geometría Plana.

Abstract

The development of cognitive skills is a key factor in academic performance, particularly in disciplines that require logical and spatial reasoning, such as mathematics. This study analyzes the evolution of five cognitive skills (general, verbal, numerical, spatial, and perceptual) in first-year students of the bachelor's degree in mathematics at the University of Panama, using the GATB test administered at the beginning and end of the first semester. The results show significant improvements in general, verbal, spatial, and perceptual skills, while numerical ability, although positively correlated with performance in Differential Calculus, did not exhibit statistically significant progress. Additionally, a strong relationship was identified between spatial perception and performance in Plane Geometry, highlighting its importance in mathematical training. These findings underscore the need to implement educational strategies that strengthen cognitive skills from the early university semesters, with a particular focus on numerical development. It is recommended to adopt didactic approaches that integrate visual and manipulative methods, interactive digital tools, and problem-solving strategies to optimize mathematics learning. This study provides empirical evidence on the impact of cognitive skills on academic success and suggests the need for specific pedagogical interventions to improve retention and performance in fields with a high mathematical component.

Key words: cognitive skills, academic performance, GATB, Differential Calculus, Plane Geometry.

Introducción

El ingreso a la universidad es una etapa crítica que exige la adaptación a nuevos desafíos académicos, particularmente en disciplinas como Matemáticas, donde se requieren habilidades cognitivas avanzadas para la resolución de problemas complejos. Investigaciones previas, han destacado la relación entre el razonamiento lógico, la percepción espacial y el pensamiento numérico con el rendimiento en asignaturas matemáticas (Beleño, 2022; Solar de la Torre, 2019). Sin embargo, aún no se comprende con claridad cómo evolucionan estas habilidades en los primeros semestres y qué impacto tienen en cursos fundamentales como Cálculo Diferencial y Geometría Plana.

Diversos estudios han analizado estrategias pedagógicas enfocadas en mejorar la enseñanza de las matemáticas, como el método de Pólya y el uso de herramientas digitales (Saucedo Fernández et al., 2019; Sembrera Campos & Núñez Rivas, 2023). A pesar de ello, la relación específica entre el desarrollo de habilidades cognitivas y el rendimiento en asignaturas clave sigue siendo un tema poco explorado. Además, la falta de programas para fortalecer estas competencias desde el inicio de la formación universitaria podría contribuir a tasas elevadas de reprobación y deserción en carreras con un alto componente matemático (Sánchez Díaz et al., 2023).

El *General Aptitude Test Battery* (GATB) ha sido ampliamente utilizado para evaluar habilidades cognitivas en diferentes ámbitos, midiendo cinco dimensiones clave: razonamiento general, verbal, numérico, espacial y perceptual. Su aplicación en estudios educativos ha demostrado su validez (Carreño et al., 2016; Castro et al., 2023), pero su vínculo con el rendimiento en Cálculo Diferencial y Geometría Plana en estudiantes universitarios aún no ha sido investigado a profundidad.

Ante este vacío en la literatura, este estudio plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la evolución de las habilidades cognitivas en el rendimiento académico de los estudiantes de primer año en Cálculo Diferencial y Geometría Plana? Se propone la hipótesis de que aquellos estudiantes que mejoran significativamente sus habilidades cognitivas, especialmente en percepción espacial y razonamiento numérico, obtendrán mejores resultados en estas asignaturas.

Para evaluar esta relación, se realizó un estudio longitudinal prospectivo con estudiantes de primer ingreso, aplicando la prueba GATB al inicio y al final del primer semestre del periodo académico del año 2023, comparando los resultados con su desempeño académico en Cálculo Diferencial y Geometría Plana. Este estudio, no solo busca evidenciar la correlación entre habilidades cognitivas y rendimiento académico, sino también proporcionar información que contribuya al diseño de estrategias pedagógicas más efectivas en los primeros semestres de educación superior.

Los hallazgos permitirán comprender mejor el papel del desarrollo cognitivo en la enseñanza de las matemáticas y aportar bases para la implementación de modelos educativos más eficientes. A diferencia de estudios previos centrados en intervenciones pedagógicas aisladas, este trabajo adopta un enfoque integral, evaluando cómo la evolución de las habilidades cognitivas puede incidir en la formación matemática universitaria.

Materiales y métodos

Este estudio empleó un enfoque cuantitativo, descriptivo y longitudinal prospectivo, desarrollado durante el primer semestre académico del año 2023 en la Escuela de Matemática de la Universidad de Panamá. La muestra estuvo conformada por 20 estudiantes de primer ingreso que cumplían con los siguientes criterios, como la inscripción activa en la Licenciatura en Matemáticas, consentimiento informado para participar en el estudio y la asistencia regular a las asignaturas de Cálculo Diferencial y Geometría Plana.

Dado el reducido número de estudiantes matriculados en la carrera, la muestra es representativa del contexto académico actual (el promedio de estudiante que ingresan en esta carrera es menor de 30). A pesar de su tamaño muestral, el diseño longitudinal permitió un análisis detallado de la evolución de las habilidades cognitivas y su impacto en el rendimiento académico.

Para medir el desarrollo de las habilidades cognitivas, se utilizó la prueba General Aptitude Test Battery (GATB), una de las herramientas psicométricas más reconocidas para evaluar capacidades cognitivas en entornos educativos y laborales (Carreño et al., 2016). Esta prueba psicométrica es una de las más tradicional que se utilizan en la Dirección de Admisión General de la Universidad de Panamá. Este instrumento mide cinco dimensiones fundamentales:

- Razonamiento general: Capacidad de comprender relaciones lógicas y resolver problemas abstractos.
- Habilidad verbal: Competencia en el manejo del lenguaje y comprensión lectora.
- Habilidad numérica: Aptitud para realizar cálculos y razonar con números.
- Percepción espacial: Habilidad para visualizar y manipular objetos en el espacio.
- Percepción perceptual: Capacidad para identificar patrones y diferencias visuales.

El GATB fue seleccionado debido a su alta validez predictiva en la evaluación de habilidades cognitivas clave para el aprendizaje de la matemática. Diversos estudios han demostrado que las habilidades numéricas y espaciales son determinantes en el desempeño en asignaturas como Cálculo Diferencial y Geometría Plana (Beleño, 2022; Castro et al., 2023). En particular

- El razonamiento numérico tiene una correlación directa con la capacidad para resolver problemas matemáticos y comprender el lenguaje algebraico.
- La percepción espacial es fundamental en la interpretación de gráficos, figuras geométricas y el desarrollo de habilidades visuales en matemáticas avanzadas.
- El razonamiento general permite a los estudiantes identificar patrones y establecer conexiones entre conceptos matemáticos.

Además, el GATB ha sido ampliamente empleado en contextos educativos para evaluar la evolución de habilidades cognitivas a lo largo del tiempo, lo convierte en un instrumento idóneo para este estudio longitudinal. Su aplicación antes y después del semestre permitió no solo medir el nivel inicial de los estudiantes, más bien analizar cómo la evolución de estas habilidades impacta en el rendimiento académico.

La prueba GATB se aplicó en dos momentos:

1. Pretest: Al inicio del semestre, para medir las habilidades cognitivas de los estudiantes antes de su formación universitaria.
2. Postest: Al finalizar el semestre, para evaluar la evolución de dichas habilidades tras la exposición a los cursos de Cálculo Diferencial y Geometría Plana.

Paralelamente, se analizaron las calificaciones finales en ambas asignaturas, considerando como aprobados a los estudiantes con una puntuación mínima de 71 puntos.

Para evaluar la normalidad de los datos, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. En función de los resultados, se aplicaron diferentes pruebas estadísticas, como la Prueba t para muestras relacionadas que se empleó para comparar los resultados del pretest y postest en los factores que

presentaban distribución normal y la Prueba de Wilcoxon que se aplica en casos donde los datos no seguían una distribución normal. Análisis ANOVA que se utiliza para comparar las habilidades cognitivas entre grupos de estudiantes según su rendimiento académico. Finalmente, Prueba exacta de Fisher que analiza la relación entre la aprobación en Geometría Plana y Cálculo Diferencial. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas con el software SPSS versión 25. Se estableció un nivel de significancia de $p < .05$ para determinar diferencias significativas.

El estudio siguió los principios éticos de la investigación en educación. Los estudiantes participaron de manera voluntaria, firmaron un consentimiento informado, y sus datos fueron anonimizados para garantizar la privacidad y confidencialidad.

Resultados y discusión

Resultados

El análisis de los datos de la prueba psicométrica GATB, tanto en la fase inicial (pretest) como en la evaluación final (postest), muestra una mejora significativa en las habilidades cognitivas evaluadas. Este progreso se muestra en el aumento de los puntajes promedio de los diferentes factores evaluados. Aunque las variaciones son diferentes en tamaño, todas coinciden con la mejora que se espera después de poner en práctica estrategias de enseñanza específicas.

En la Tabla 1, más específicamente, el factor general mostró un crecimiento del 4.02 % (de 85.65 a 89.10), reflejando un fortalecimiento en la capacidad de los estudiantes para comprender y procesar información compleja. Esta mejora sugiere que el ambiente universitario, junto con el tipo de razonamiento requerido en matemáticas, contribuye al desarrollo del pensamiento lógico y analítico. El factor verbal experimentó un aumento del 5.57 % (de 91.50 a 96.60), lo que indica una mejora en la capacidad de los estudiantes para interpretar problemas matemáticos expresados en lenguaje natural. Dado que el razonamiento verbal está estrechamente relacionado con la comprensión de enunciados matemáticos y la resolución de problemas, esta mejora puede deberse a la exposición continua a material académico que exige un análisis más profundo del lenguaje matemático.

El factor espacial, con un incremento del 5.96 % (de 95.65 a 101.35), fue la dimensión con la mayor mejora. Esto resalta la importancia del pensamiento visual en la enseñanza de la geometría, ya que los estudiantes que lograron un mayor desarrollo en esta habilidad también presentaron un mejor desempeño en la asignatura de Geometría Plana. Este hallazgo coincide con estudios previos que destacan la percepción espacial como un predictor clave del éxito en disciplinas matemáticas basadas en representaciones gráficas y modelado tridimensional (Beleño, 2022).

Por su parte, el factor perceptual aumentó en un 4.89 % (de 101.20 a 106.15), reflejando una mejora en la capacidad de los estudiantes para identificar patrones y diferencias visuales. Este avance es relevante, ya que el procesamiento eficiente de información visual facilita la interpretación de gráficos, diagramas y estructuras matemáticas, elementos fundamentales en la educación matemática. En contraste, el factor numérico, aunque mostró un crecimiento del 2.73 % (de 84.05 a 86.35), no presentó una diferencia estadísticamente significativa. Este resultado sugiere que, aunque los estudiantes pueden haber desarrollado una mejor comprensión de los conceptos matemáticos, el entrenamiento recibido durante el semestre no fue suficiente para generar un

impacto sustancial en su razonamiento numérico. Esto plantea la necesidad de reforzar estrategias pedagógicas específicas que favorezcan el desarrollo del pensamiento cuantitativo, como el uso de software interactivo o metodologías basadas en la resolución de problemas contextualizados (Sánchez Díaz et al., 2023).

Más allá del crecimiento promedio en cada habilidad, la variabilidad en la dispersión de los datos proporciona información clave sobre la heterogeneidad del progreso de los estudiantes. La desviación estándar aumentó en los factores general (de 8.40 a 10.07) y espacial (de 10.71 a 13.21), lo que indica que algunos estudiantes mostraron avances significativos, mientras que otros tuvieron un crecimiento más limitado.

Por otro lado, la reducción en la desviación estándar en los factores verbal (de 8.94 a 8.42) y perceptual (de 13.61 a 12.24) sugiere que las mejoras en estas áreas fueron más homogéneas entre los estudiantes. Esto indica que el entrenamiento recibido durante el semestre tuvo un impacto más uniforme en estas habilidades, posiblemente debido a que las estrategias pedagógicas implementadas beneficiaron de manera equitativa a la mayoría de los participantes.

El análisis de los valores extremos refuerza esta tendencia. Los valores mínimos en todos los factores aumentaron en el postest, lo que implica que los estudiantes con un rendimiento inicial más bajo lograron avances significativos. Este crecimiento es especialmente relevante, ya que sugiere que las estrategias educativas aplicadas ayudaron a reducir la brecha en el desarrollo de habilidades cognitivas.

Por otro lado, los valores máximos también experimentaron un crecimiento notable, en particular en los factores espacial y verbal, donde los estudiantes con mayor desempeño inicial lograron fortalecer aún más sus habilidades. Este hallazgo enfatiza la importancia de un enfoque diferenciado en la enseñanza, que permita tanto la consolidación de habilidades avanzadas como el apoyo a aquellos con dificultades en el desarrollo cognitivo.

Tabla 1

Estadísticas Descriptivas De Los Factores Cognitivos Evaluados En El Pretest Y Postest

Factor	Media Pretest	Media Posttest	Desv. Est. Pretest	Desv. Est. Posttest	Mínimo Pretest	Mínimo Posttest	Máximo Pretest	Máximo Posttest
General	85.65	89.10	8.40	10.07	75	78	104	112
Numérico	84.05	86.35	8.53	8.91	67	69	102	105
Verbal	91.50	96.60	8.94	8.42	74	84	108	117
Espacial	95.65	101.35	10.71	13.21	79	82	115	128
Perceptual	101.20	106.15	13.61	12.24	81	86	127	134

Pruebas de Normalidad Shapiro-Wilk

Antes de proceder con el análisis estadístico, se llevó a cabo una evaluación de la distribución de los datos con el objetivo de determinar la pertinencia de aplicar pruebas paramétricas y no paramétricas. Para ello, se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2. Los datos obtenidos reflejan que el factor general no sigue una distribución normal, ya que el valor de p es menor que .05. Dado que este factor no sigue una distribución normal, se usará un análisis no paramétrico con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas, lo que permitirá una mejor evaluación de los datos. Por otro lado, los factores Verbal, Numérico, Espacial y Perceptual, al cumplir con los requisitos de normalidad, se analizarán utilizando la prueba t para muestras relacionadas que permitirá evaluar la importancia de los cambios observados con un enfoque paramétrico más robusto.

Tabla 2

Pruebas de Normalidad Shapiro-Wilk

Factor	Estadísticos Pretest	p-Pretest	Estadísticos Posttest	p- Posttest
General	0.87	0.013	0.85	0.006
Verbal	0.96	0.502	0.95	0.344
Numérico	0.97	0.730	0.97	0.730
Espacial	0.93	0.146	0.95	0.363
Perceptual	0.95	0.395	0.97	0.764

Prueba de Wilcoxon

Para determinar la relevancia de los cambios observados en el Factor General, se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas. La Tabla 3 muestra los resultados indican una diferencia significativa entre las mediciones realizadas antes y después del semestre ($W = 12.5$, $z = -3.04$, $p = .002$), lo que sugiere una mejora notable en esta habilidad.

El tamaño del efecto obtenido ($r = 0.68$) respalda la magnitud del progreso, lo que indica que las estrategias aplicadas durante el periodo académico tuvieron un impacto positivo en el desarrollo del razonamiento general. Este hallazgo refuerza la efectividad de intervenciones dirigidas a fortalecer las habilidades cognitivas, especialmente en contextos donde los estudiantes enfrentan desafíos en el aprendizaje matemático.

Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados coinciden con estudios previos que han demostrado que estrategias educativas basadas en evidencia pueden potenciar significativamente el rendimiento académico. Investigaciones como la de Torresi (2020) destacan que metodologías bien estructuradas favorecen el desarrollo del pensamiento lógico y numérico, beneficiando especialmente a estudiantes con dificultades en matemáticas.

Tabla 3

Prueba de Wilcoxon para el Factor General

Comparación	Estadístico W	z	p	Tamaño del efecto r
Postest G - Pretest G	12.5	-3.04	0.002	0.68

Prueba t para Muestras Relacionadas para los factores Verbal, Numérico, Espacial y Perceptual

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos en la prueba t para muestras relacionadas, donde se identificaron diferencias estadísticamente significativas en los factores Verbal, Espacial y Perceptual. No obstante, el factor Numérico no alcanzó un nivel de significancia estadística ($p = .075$), lo que sugiere que, aunque se observó un aumento en los promedios, este no fue lo suficientemente consistente para ser considerado un cambio significativo desde un enfoque estadístico.

Este resultado plantea una cuestión relevante: ¿por qué el factor Numérico no mostró una mejora significativa? Una posible explicación es que las estrategias pedagógicas aplicadas no lograron generar un impacto sustancial en esta dimensión, lo que indica la necesidad de enfoques más específicos para fortalecer el razonamiento numérico. Esto concuerda con investigaciones previas, como la de Sánchez Díaz et al. (2023), que resaltan la importancia de metodologías adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes para potenciar su desempeño en esta habilidad.

En términos de impacto, los valores de Cohen's d confirman la magnitud de los efectos observados. El factor Verbal presentó un impacto considerable ($d = -1.21$), lo que sugiere que la intervención aplicada fue altamente efectiva en esta dimensión. En el caso del factor Espacial, se registró un efecto de magnitud moderada a alta ($d = -0.77$), mientras que, en el factor Perceptual, el tamaño del efecto fue moderado ($d = -0.56$). Por otro lado, el factor Numérico mostró un impacto pequeño a moderado ($d = -0.42$), lo que refuerza la idea de que las mejoras observadas en esta área no fueron lo suficientemente consistentes para alcanzar significancia estadística.

Tabla 4

Prueba t para Muestras Relacionadas

Factor	t	p-valor	IC 95%	Cohen's d
Verbal	-5.41	<.001	(-7.07, -3.13)	-1.21
Numérico	-1.88	.075	(-4.85, 0.25)	-0.42
Espacial	-3.43	.003	(-9.42, -2.28)	-0.77
Perceptual	-2.52	.021	(-9.06, -0.84)	-0.56

Rendimiento Académico en Geometría Plana y Cálculo Diferencial

El análisis indicó una asociación significativa entre el rendimiento en Geometría y Cálculo, según la tabla de contingencia (ver Tabla 5). De los 20 estudiantes evaluados, el 60% (12 estudiantes) aprobaron ambas materias, mientras que el 35% (7 estudiantes) reprobó ambas. Solo el 5% (1 estudiante) aprobó una materia mientras reprobaba la otra. De entre los que aprobaron Geometría, el 92% (11 estudiantes) también aprobaron Cálculo, mientras que el 88% de los que reprobaron Geometría (7 estudiantes) también reprobaron Cálculo. Esta interdependencia podría explicarse por la presencia de habilidades cognitivas transversales, como el razonamiento espacial y numérico, que desempeñan un papel crucial en ambas disciplinas (Beleño, 2022). Este hallazgo sugiere que diseñar estrategias de enseñanza que integren conceptos de geometría y cálculo podría ayudar a fortalecer el desempeño académico en ambas materias.

Además, la Prueba exacta de Fisher ($p < .001$) confirmó la asociación significativa entre ambas asignaturas, indicando que el rendimiento en una puede mejorar el de la otra gracias a habilidades cognitivas que tienen en común.

Tabla 5

Distribución Porcentual de Estudiantes Según Aprobación en Geometría y Cálculo

Cálculo \ Geometría	Aprobó	Reprobó	Total
Reprobó	1 (5%)	7 (35%)	8 (40%)
Aprobó	11 (55%)	1 (5%)	12 (60%)
Total	12 (60%)	8 (40%)	20 (100%)

Análisis Comparativo: Aprobación y Habilidades Cognitivas

Los estudiantes fueron agrupados según su desempeño académico en tres categorías: aquellos que aprobaron ambas asignaturas, los que aprobaron solo una y quienes reprobaron ambas.

La Tabla 6 resume las diferencias en habilidades cognitivas entre los grupos de estudiantes según su rendimiento académico. Se observó que aquellos estudiantes con mejor rendimiento, es decir, los que aprobaron Geometría Plana y Cálculo Diferencial, obtuvieron los puntajes más altos en casi todas las dimensiones cognitivas evaluadas. En el factor general, su promedio en el postest alcanzó 92.82, reflejando una sólida capacidad para procesar información matemática compleja. En el factor verbal, mostraron un incremento significativo, pasando de 92.73 a 99.73, lo que sugiere un mejor manejo del lenguaje matemático y de la interpretación de problemas. Además, lograron altos puntajes en los factores espacial (104.73) y perceptual (106.00), lo que evidencia su habilidad para visualizar estructuras geométricas y reconocer patrones, aspectos fundamentales para el éxito en ambas asignaturas.

Por otro lado, el grupo que reprobó ambas materias presentó los puntajes más bajos en todas las dimensiones cognitivas evaluadas. Su factor general apenas se incrementó de 82.14 a 84.86, y en el factor verbal, el avance fue igualmente limitado (89.71 a 93.29), indicando dificultades en la comprensión matemática. La menor mejora se observó en el factor numérico, con un aumento de 81.00 a 82.14, lo que sugiere que la falta de habilidades numéricas pudo haber sido un obstáculo significativo para su desempeño en Cálculo Diferencial.

El grupo con un rendimiento intermedio (es decir, quienes aprobaron una materia, pero reprobaron la otra) mostró avances moderados en el factor general (de 82.00 a 83.50). En cuanto al razonamiento verbal, sus puntajes permanecieron sin cambios (91.00 en ambas mediciones). Mientras que, en los factores perceptual y espacial, se observaron mejoras más destacadas (de 93.00 a 103.00 y de 94.00 a 96.50, respectivamente), lo que pudo haber influido en su éxito parcial en una de las materias.

El análisis de la relación entre habilidades cognitivas y rendimiento académico confirma que los estudiantes con mejor desempeño en matemáticas tienen un desarrollo superior en los factores general, verbal, espacial y perceptual. Esto refuerza la importancia de estas habilidades en el aprendizaje de Cálculo Diferencial y Geometría Plana, ya que están directamente relacionadas con la comprensión de conceptos abstractos, la manipulación de estructuras matemáticas y la resolución de problemas.

En cambio, los estudiantes con rendimiento más bajo mostraron deficiencias en todas las áreas cognitivas, especialmente en razonamiento numérico, donde la mejora fue mínima. Estos resultados evidencian la necesidad de estrategias didácticas más efectivas para fortalecer el pensamiento numérico en aquellos estudiantes que presentan dificultades en matemáticas. Incorporar metodologías más estructuradas, como el aprendizaje basado en problemas o el uso de herramientas tecnológicas interactivas, podría mejorar significativamente su desempeño en asignaturas de contenido matemático avanzado.

Tabla 6

Medias de los Factores Cognitivos Según Categoría de Aprobación

Categoría	Aprobó ambas	Aprobó una	Reprobó ambas
General (Pre)	88.55	82	82.14
General (Post)	92.82	83.5	84.86
Verbal (Pre)	92.73	91	89.71
Verbal (Post)	99.73	91	93.29
Numérico (Pre)	85.82	85	81
Numérico (Post)	89.18	85.5	82.14
Espacial (Pre)	99.55	94	90
Espacial (Post)	104.73	96.5	97.86
Perceptual (Pre)	102.64	93	101.29
Perceptual (Post)	106.00	103	107.29

Análisis ANOVA entre Grupos de Rendimiento Académico

El análisis de varianza (ANOVA) exploró diferencias en los factores cognitivos entre los tres grupos. Aunque no se encontraron diferencias significativas, surgieron tendencias interesantes. En el factor general, los estudiantes que aprobaron ambas materias obtuvieron los puntajes más altos, seguidos por quienes reprobaron ambas y, finalmente, por quienes aprobaron una sola materia ($F = 2.54$, $p = .108$). En el factor verbal, los puntajes más altos correspondieron al grupo que aprobó ambas materias, mientras que el grupo que aprobó una sola obtuvo los puntajes más bajos ($F = 2.75$, $p = .092$). Estas tendencias refuerzan la importancia del razonamiento general y verbal en el desempeño matemático. No hubo diferencias significativas en los factores numérico, espacial y perceptual ($p > .2$), pero se destacó que es necesario aumentar la muestra para confirmar estas tendencias y guiar estrategias de enseñanza para mejorar habilidades específicas.

Las tendencias, en general, indican que la habilidad general y verbal podría ser clave para el éxito académico en matemática. Sin embargo, la falta de significancia estadística puede atribuirse al tamaño reducido de la muestra ($N = 20$). Se recomienda ampliar la muestra en futuros estudios y considerar intervenciones educativas que fortalezcan estas habilidades en estudiantes con bajo rendimiento.

Discusión

Los resultados de este estudio refuerzan la importancia del desarrollo de habilidades cognitivas en el rendimiento académico, especialmente en asignaturas como Cálculo Diferencial y Geometría

Plana. La mejora significativa observada en los factores verbal, espacial, general y perceptual sugiere que estas capacidades pueden fortalecerse mediante intervenciones educativas estructuradas. Este hallazgo es consistente con investigaciones previas que han demostrado la plasticidad cognitiva y su relación con el aprendizaje matemático cuando se emplean metodologías adecuadas (Saucedo Fernández et al., 2019; Rumiguano & Pazmiño, 2023).

En particular, la mejora en la percepción espacial y su vínculo con el rendimiento en Geometría Plana refuerzan estudios como el de Beleño (2022), que destaca la influencia del razonamiento espacial en la comprensión de estructuras geométricas y la resolución de problemas visuales. Este hallazgo es clave, ya que el pensamiento espacial ha sido identificado como un predictor del éxito en matemáticas, lo que sugiere que la enseñanza de la geometría debe integrar estrategias que estimulen la visualización y manipulación de figuras tridimensionales.

Por otro lado, la habilidad numérica, a pesar de su estrecha relación con el rendimiento en Cálculo Diferencial, no mostró un crecimiento estadísticamente significativo. Este resultado plantea interrogantes sobre la efectividad de las estrategias pedagógicas implementadas para fortalecer el pensamiento numérico. La ausencia de mejoras relevantes sugiere que las metodologías utilizadas podrían no haber sido lo suficientemente específicas para potenciar esta habilidad. Investigaciones previas han indicado que enfoques como el aprendizaje basado en problemas y la integración de herramientas digitales pueden tener un impacto positivo en la capacidad de razonamiento numérico (Cárdenas-Soler et al., 2017; Cataffi, 2018). La falta de progreso en esta área evidencia la necesidad de diseñar estrategias más especializadas que favorezcan el desarrollo del pensamiento lógico-matemático desde las etapas iniciales de la formación universitaria.

Además, el análisis realizado con la prueba exacta de Fisher evidenció una asociación significativa entre el rendimiento en Cálculo Diferencial y Geometría Plana, lo que sugiere que las habilidades necesarias en ambas materias están interconectadas. Esta relación puede deberse a la importancia compartida del razonamiento espacial y numérico, que actúan como bases fundamentales en el aprendizaje de estas disciplinas (Castro et al., 2023). Sin embargo, este vínculo también representa un desafío pedagógico, ya que los estudiantes con dificultades en una de estas asignaturas tienden a presentar un bajo desempeño en la otra, lo que puede generar un efecto acumulativo de dificultades académicas.

Este fenómeno ha sido abordado en estudios como el de Sánchez Díaz et al. (2023), donde se resalta la importancia de implementar intervenciones integrales que refuercen simultáneamente habilidades cognitivas clave. Si no se aplican estrategias adecuadas, la interdependencia entre estas materias podría generar un ciclo de dificultades académicas, afectando el progreso de los estudiantes con bases matemáticas más débiles.

Si bien los hallazgos obtenidos proporcionan evidencia valiosa sobre la relación entre habilidades cognitivas y desempeño académico, es importante reconocer algunas limitaciones. En primer lugar, el tamaño de la muestra fue reducido ($N = 20$), lo que restringe la generalización de los resultados a poblaciones más amplias. Futuros estudios deberían considerar una muestra mayor para obtener conclusiones más robustas (Carreño et al., 2016).

En segundo lugar, no se contó con un grupo control, lo que impide determinar si las mejoras observadas en las habilidades cognitivas fueron producto exclusivo de las intervenciones pedagógicas aplicadas o si también influyeron otros factores externos. Diseños experimentales que

incluyan grupos de comparación permitirían evaluar con mayor precisión el impacto de diferentes estrategias de enseñanza.

Por último, aunque se analizó el rendimiento académico en matemáticas, este indicador no captura la totalidad de los procesos cognitivos involucrados en el aprendizaje. Variables como la motivación, el ambiente de estudio y el apoyo institucional podrían influir en la relación entre habilidades cognitivas y éxito académico, por lo que futuras investigaciones podrían explorar estos aspectos para obtener una visión más completa del fenómeno (Torresi, 2020).

Más allá de su relevancia teórica, estos hallazgos tienen implicaciones directas para la enseñanza de las matemáticas en educación superior. La mejora observada en la percepción espacial y la capacidad general indica que los enfoques aplicados durante el semestre contribuyeron al desarrollo de estas habilidades, lo que refuerza la idea de que las capacidades cognitivas pueden fortalecerse a través de metodologías adecuadas.

Para potenciar aún más estos avances, se recomienda la implementación de estrategias como talleres de percepción espacial, que utilicen modelos tridimensionales y representaciones visuales para mejorar la comprensión geométrica. Uso de herramientas tecnológicas interactivas, como simulaciones matemáticas y software de visualización de ecuaciones (Cataffi, 2018). Tutorías personalizadas y metodologías de enseñanza diferenciadas, que permitan atender de manera específica las debilidades de cada estudiante. Estrategias para el desarrollo del razonamiento numérico, tales como el uso de problemas contextualizados, la resolución guiada de ejercicios complejos y el aprendizaje basado en proyectos.

La falta de avances en la habilidad numérica destaca la necesidad de estrategias más dirigidas a esta área, considerando enfoques basados en evidencia que han demostrado su efectividad en la enseñanza de las matemáticas. El diseño de intervenciones pedagógicas personalizadas podría ser clave para reforzar esta habilidad y evitar que los estudiantes con dificultades numéricas enfrenten problemas acumulativos en su formación.

Dado el impacto del razonamiento espacial y numérico en el éxito académico en matemáticas, se sugiere que las universidades integren programas de evaluación temprana de habilidades cognitivas, de modo que puedan identificar y atender debilidades desde el inicio de la formación (Solar de la Torre, 2019).

Por último, considerando las limitaciones del estudio, futuras investigaciones podrían enfocarse en ampliar la muestra y realizar un seguimiento longitudinal, analizando la evolución de estas habilidades a lo largo de toda la carrera universitaria. Asimismo, sería relevante estudiar cómo variables externas, como la motivación, el ambiente de aprendizaje y la implementación de nuevas tecnologías, pueden influir en la adquisición y consolidación de estas capacidades (Sembrera Campos & Núñez Rivas, 2023).

Este estudio proporciona evidencia empírica sobre la relevancia del desarrollo cognitivo en el aprendizaje de la matemática y plantea la necesidad de implementar estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan el fortalecimiento de las habilidades espaciales y numéricas. La creación de metodologías educativas más integrales y ajustadas a las necesidades de los estudiantes podría mejorar el rendimiento académico y mitigar las dificultades en el aprendizaje matemático.

Conclusión

Los hallazgos de este estudio resaltan la importancia del desarrollo de habilidades cognitivas en el desempeño académico de los estudiantes de primer ingreso a la Licenciatura en Matemáticas. Se observó que las dimensiones general, verbal, espacial y perceptual pueden fortalecerse mediante intervenciones educativas, lo que confirma que estas capacidades son maleables y determinantes en el aprendizaje matemático. En particular, el razonamiento espacial mostró una conexión significativa con el rendimiento en Geometría Plana, lo que sugiere que el fortalecimiento de esta habilidad puede facilitar la comprensión de conceptos geométricos y mejorar la capacidad de visualización matemática.

Por otra parte, aunque el razonamiento numérico evidenció una correlación con el desempeño en Cálculo Diferencial, no se registró una mejora significativa en esta dimensión tras el primer semestre. Esto sugiere que se requieren estrategias pedagógicas más focalizadas para fortalecer esta capacidad, como el uso de métodos de enseñanza interactivos, el aprendizaje basado en problemas y la integración de herramientas tecnológicas que permitan una comprensión más profunda de los conceptos numéricos.

Otro hallazgo clave fue la relación entre el rendimiento en Cálculo Diferencial y Geometría Plana, lo que indica que las dificultades en una asignatura pueden influir en la otra. Este resultado refuerza la necesidad de un enfoque pedagógico integral, donde el desarrollo del razonamiento espacial y numérico sea abordado de manera conjunta, favoreciendo un aprendizaje más estructurado y evitando la acumulación de dificultades académicas.

Desde un enfoque práctico, estos resultados sugieren que las instituciones educativas pueden optimizar el aprendizaje matemático mediante estrategias dirigidas, tales como Talleres de percepción espacial, que ayuden a los estudiantes a desarrollar habilidades de visualización geométrica. Uso de herramientas tecnológicas interactivas, como simulaciones y software especializado para el aprendizaje de conceptos abstractos. Tutorías personalizadas y metodologías de enseñanza diferenciadas, adaptadas a las necesidades individuales de los estudiantes. Evaluaciones diagnósticas tempranas, que permitan detectar dificultades desde el inicio y orientar la enseñanza de manera más efectiva.

Dado que la muestra de este estudio fue limitada, futuras investigaciones podrían ampliar el análisis a una población más diversa y realizar un seguimiento longitudinal a lo largo de la carrera universitaria. Además, sería relevante examinar cómo factores externos, como la motivación, el entorno de aprendizaje y el uso de tecnología educativa, influyen en el desarrollo de habilidades cognitivas y en el rendimiento matemático.

Este estudio aporta evidencia empírica sobre la relación entre habilidades cognitivas y éxito académico en matemáticas, resaltando la necesidad de intervenciones educativas que refuercen el razonamiento espacial y numérico desde el inicio de la formación universitaria. La implementación de estrategias pedagógicas adecuadas no solo podría mejorar el aprendizaje y reducir la tasa de reprobación, sino también facilitar una experiencia académica más enriquecedora para los estudiantes de matemáticas y disciplinas afines.

Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a Dios por brindarnos la fortaleza y sabiduría para realizar este estudio. Apreciamos el valioso apoyo de Eric Hidalgo, Carmen Rodríguez, Iris Jiménez, Silverio Vergara, Josué Ortiz y Hernán Paredes, así como el respaldo de la Dirección de Investigación y Orientación Psicológica, en especial a Nayarith Gordon y su equipo, por su asistencia en el análisis de la prueba GATB. Finalmente, agradecemos a los estudiantes de primer año de la Licenciatura en Matemática, cuya participación fue clave para esta investigación.

Referencias bibliográficas

- Beleño, A. J. (2022). Competencias matemáticas para el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Difusión Científica*, 4(7), 141-167. <https://doi.org/10.38186/difcie.47.10>
- Cárdenas-Soler, R. N., Piamonte-Contreras, S., & Gordillo-Catellanos, P. (2017). Desarrollo del pensamiento numérico. Una estrategia: el animaplano. *Pensamiento y acción*, (23), 31-48. https://revistas.upc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/8447
- Carreño, B., Micin, S., & Urzua, S. (2016). Una caracterización inicial para el logro académico de estudiantes de primer año universitario. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 7(1), 29-39. <https://doi.org/10.18861/cied.2016.7.1.2575>
- Castro, E. J. A., Jiménez, J. A. P., Andrade, B. D. B., Batista, M. T., & Santander, T. L. A. (2023). Desarrollo de habilidades matemáticas y el rendimiento académico en estudiantes de básica media. *Revista Suplemento CICA Multidisciplinario*, 7(15). <https://doi.org/10.60100/scicam.v7i015.103>
- Cataffi, R. (2018). Impacto del uso de los Recursos Tecnológicos Didácticos en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de educación media en Ciudad de Panamá. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 6(3), 36-46. <https://doi.org/10.37387/ipc.v6i3.93>
- Torresi, S. (2020). Acerca de números, dificultades e intervenciones. *Journal of Neuroeducation*, 1(1), 136-140. <https://revistes.up.edu/index.php/joned/article/download/31681/31828>
- Sánchez Díaz, S., Calderón Mayorga, C., Ramírez Mora, E. L., Oliva Ibarra, F. E., & Torrealba García, C. J. A. (2023). Impacto de cursos introductorios de matemáticas en estudiantes del Centro Universitario de los Valles de la Universidad de Guadalajara. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1666>
- Saucedo Fernández, Mario, Espinosa Carrasco, Martha Elena, & Herrera Sánchez, Santa del Carmen. (2019). Método de Pólya aplicado al lenguaje algebraico en primer año de licenciatura. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(18), 512-538. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.434>



- Sembrera Campos, Y., & Núñez Rivas, C. A. (2023). Estrategias cognitivas y metacognitivas para el desarrollo de capacidades en el área de matemática en los niños y niñas del quinto grado de primaria de la Institución Educativa N° 16139 Sallique – Jaén –Perú. *Revista Científica Pakamuros*, 1(2). <https://doi.org/10.37787/e3zefp65>
- Solar De La Torre, R. D. (2019). Relación entre habilidades para la resolución de problemas y rendimiento académico en matemáticas de estudiantes universitarios del I ciclo. *Big Bang Faustiniano*, 8(4). <https://doi.org/10.51431/bbf.v8i4.553>
- Rumiguano Estrada, N. C., & Pazmiño Galeas, M. V. (2023). Procesos mentales en la intervención educativa, para desarrollar habilidades cognitivas. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 4(4), 801–814. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1260>