

Relationship between the Pillars of Computational Thinking and Academic Performance, and their Link to Algorithmic Thinking

Edwar Saire-Peralta¹ ; Sonia Calloapaza-Pari¹ ; Ricardo Calienes-Rodríguez¹ ; Rene Nieto-Valencia¹ ; Christian Revilla-Arroyo¹ 

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

esaire@unsa.edu.pe, scallopaza@unsa.edu.pe, rcalienesr@unsa.edu.pe, rnietov@unsa.edu.pe, crevilla@unsa.edu.pe

Abstract- Computational thinking represents a key competency in initial university education and is comprised of fundamental pillars such as algorithmic thinking, decomposition, pattern recognition, and abstraction. This research aimed to determine the relationship between the pillars of computational thinking and the academic performance of first-year university students, as well as the relationship between the pillars of decomposition, pattern recognition, and abstraction with algorithmic thinking. The study adopted a quantitative approach with a non-experimental, correlational design. The population consisted of 40 students enrolled in the Basic Computer Science course. The students' computational thinking was assessed using the Román-González Computational Thinking Test. Academic performance was measured by the final grade obtained in the course unit. Because one of the variables did not meet the assumption of normality, Spearman's rank correlation coefficient was used for data analysis. The results showed no statistically significant relationship between the pillars of computational thinking and academic performance. However, a positive and statistically significant relationship was identified between the pillars of decomposition, pattern recognition, and abstraction with algorithmic thinking. The research results suggest that, while the pillars of computational thinking are not directly associated with academic performance, they do maintain an internal structural relationship that supports the development of algorithmic thinking in first-year university students.

Keywords-- Computational thinking, Academic performance, Algorithmic thinking, Higher education

Relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico, y su vinculación con el pensamiento algorítmico

Edwar Saire-Peralta¹ ; Sonia Calloapaza-Pari¹ ; Ricardo Calienes-Rodríguez¹ ; Rene Nieto-Valencia¹ ; Christian Revilla-Arroyo¹ 

¹Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú

esaire@unsa.edu.pe, scalloapaza@unsa.edu.pe, rcalienesr@unsa.edu.pe, rnietov@unsa.edu.pe, crevilla@unsa.edu.pe

Resumen— El pensamiento computacional representa una competencia clave en la formación universitaria inicial y está constituido por pilares fundamentales como el pensamiento algorítmico, la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción. La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico de estudiantes universitarios de primer año, así como determinar la relación entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de tipo correlacional. La población estuvo conformada por 40 estudiantes del curso de Informática Básica. El pensamiento computacional de los estudiantes fue evaluado utilizando el Test de Pensamiento Computacional de Román-González. Por otro lado, el rendimiento académico se representó a través de la nota final obtenida en la unidad del curso. Debido a que una de las variables no cumplió con el supuesto de normalidad, se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para el análisis de los datos. Los resultados mostraron que no existe una relación estadísticamente significativa entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico. Sin embargo, se identificó una relación positiva y estadísticamente significativa entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico. Los resultados de la investigación sugieren que, si bien los pilares del pensamiento computacional no se asocian directamente con el rendimiento académico, sí mantienen una relación estructural interna que sustenta el desarrollo del pensamiento algorítmico en estudiantes universitarios de primer año.

Palabras clave: Pensamiento computacional, Rendimiento académico, Pensamiento algorítmico, Educación superior

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos, el pensamiento computacional (PC) se ha posicionado como una competencia clave en la educación superior, ya que se considerado un marco cognitivo que permite a los estudiantes abordar problemas complejos y poder resolverlos mediante procesos sistemáticos y estructurados. Tal como lo señala Wing [1], el pensamiento computacional ha sido incorporado progresivamente en

currículos universitarios, no solo en carreras de computación, sino también en áreas como ingeniería, ciencias naturales y educación, debido a su potencial para fortalecer habilidades de razonamiento lógico, resolución de problemas y toma de decisiones [2], [3].

Muchos estudios señalan que el pensamiento computacional está conformado por un conjunto de pilares interrelacionados, comúnmente definidos como descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico [4], [5] [6], donde el pensamiento algorítmico suele considerarse el resultado de la integración progresiva de los otros pilares, ya que implica diseñar una secuencia lógica de pasos a partir de un problema previamente descompuesto, abstraído y analizado en términos de patrones [7], para finalmente desarrollar la secuencia de pasos del pensamiento algorítmico.

En la práctica, muchas investigaciones han analizado la relación entre el pensamiento computacional y el rendimiento académico, mostrando resultados heterogéneos. Algunos estudios señalan asociaciones positivas entre niveles generales de pensamiento computacional y el desempeño académico en cursos de programación o matemáticas [8], [9].

En contraposición, otras investigaciones no han encontrado relaciones estadísticamente significativas cuando el rendimiento académico se mide mediante evaluaciones externas al instrumento de pensamiento computacional, como calificaciones de prácticas, exámenes, talleres o promedios ponderados, lo que evidencia que dicha relación no es uniforme y puede verse influida por el contexto educativo y la forma de medir las variables [10]. Esta diferencia muestra que la relación entre pensamiento computacional y rendimiento académico no es directa ni uniforme, y puede depender tanto del contexto educativo como de la forma en que se miden las variables.

Al revisar la literatura en este contexto se revela que la mayoría de estudios tienden a analizar el pensamiento computacional como un concepto global, sin profundizar en las relaciones específicas entre sus pilares. Se encontró que,

existe una limitada evidencia disponible que examine cómo se relacionan entre sí las habilidades como la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción con el pensamiento algorítmico, especialmente en estudiantes universitarios de primer año [11]. Esta ausencia encontrada resulta importante, dado que diversos marcos teóricos sostienen que el pensamiento algorítmico no se desarrolla de manera aislada, sino como una consecuencia cognitiva del dominio progresivo de los otros pilares del pensamiento computacional [7], [12].

En las investigaciones revisadas, se identifica un vacío de investigación doble. En primer lugar, persiste la necesidad de examinar de manera práctica la relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico cuando este último se mide a través de evaluaciones independientes del propio test de pensamiento computacional. En segundo lugar, se ha encontrado una ausencia de estudios que analicen de manera explícita la relación interna entre los pilares del pensamiento computacional, particularmente el rol de la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción como habilidades asociadas al pensamiento algorítmico en educación superior.

Al identificar la problemática en este contexto, el presente estudio tiene como objetivo determinar la relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico de estudiantes universitarios de primer año, así como analizar la relación existente entre los pilares de descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción con el pensamiento algorítmico. Para tal objetivo, se emplea un enfoque cuantitativo correlacional, utilizando el Test de Pensamiento Computacional de Román-González y la nota final obtenida por los estudiantes en una unidad académica del curso de Informática Básica. Por estas razones, el estudio busca aportar evidencia basada en estudios que contribuya a una comprensión más precisa de la estructura interna del pensamiento computacional y su vínculo con el desempeño académico en el contexto universitario.

II. METODOLOGÍA

A. Diseño y enfoque de la investigación

El presente trabajo se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se trabajó con datos numéricos obtenidos mediante un instrumento estandarizado y se aplicaron técnicas estadísticas para el análisis de relaciones entre variables. El diseño de la investigación es no experimental y de tipo correlacional, ya que no se manipuló ninguna variable independiente y el propósito fue examinar la relación existente entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico, así como la relación interna entre determinados pilares del pensamiento computacional.

Asimismo, el trabajo presenta un alcance descriptivo-correlacional, donde en una primera etapa, se caracterizaron

los puntajes obtenidos por los estudiantes en cada uno de los pilares del pensamiento computacional y, posteriormente, se analizaron las asociaciones estadísticas entre dichas variables y el rendimiento académico. El trabajo se desarrolló con un corte transversal, considerando una única medición aplicada al finalizar una unidad académica del curso.

B. Participantes

La población del estudio estuvo conformada por 40 estudiantes universitarios de primer año matriculados en el curso de informática básica en una universidad peruana. Dado que se trabajó con la totalidad de los estudiantes matriculados en la asignatura durante el periodo académico de estudio, se empleó una población censal, por lo que no fue necesario realizar un proceso de muestreo.

Los participantes correspondieron a estudiantes que cursaban por primera vez la asignatura y que habían desarrollado previamente la unidad de fundamentos de algoritmia, lo cual garantizó condiciones homogéneas en cuanto al contenido académico abordado antes de la aplicación del instrumento.

C. Instrumento

Para poder medir el pensamiento computacional se utilizó el Test de Pensamiento Computacional de Román-González, instrumento ampliamente empleado y validado en contextos educativos. El test está compuesto por 28 ítems de opción múltiple, diseñados para evaluar los pilares del pensamiento computacional, los cuales son pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción.

Cada pregunta del instrumento puede evaluar uno o más pilares del pensamiento computacional, por lo que los puntajes por pilar se obtuvieron a partir de la suma de los ítems correspondientes a cada dimensión, respetando la estructura original del test. En la presente investigación, se trabajó con los puntajes obtenidos en cada pilar de manera independiente, manteniendo sus escalas originales.

El rendimiento académico se midió mediante la nota final obtenida por los estudiantes en la segunda unidad del curso, la cual fue calculada a partir de evaluaciones independientes (prácticas, exámenes y ejercicios) del test de pensamiento computacional. Dicha nota se expresa en el sistema vigesimal (0–20), conforme a la normativa del sistema educativo peruano.

D. Procedimiento

El procedimiento del estudio se desarrolló en tres etapas principales. En primer lugar, al finalizar la unidad de fundamentos de algoritmia del curso de informática básica, se aplicó el Test de Pensamiento Computacional de Román-González a todos los estudiantes participantes, bajo condiciones controladas y homogéneas.

En una segunda etapa, se procedió a la recolección de la nota final correspondiente a la segunda unidad del curso, la

cual fue proporcionada por el docente responsable de la asignatura y correspondió a una evaluación externa al instrumento de pensamiento computacional.

Finalmente, en una tercera etapa, los datos obtenidos fueron organizados y sistematizados en una base de datos para su posterior análisis estadístico, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los participantes durante todo el proceso de investigación.

E. Análisis estadístico de los datos

El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando el lenguaje de programación Python en el ambiente de Google Colaboratory, empleando librerías especializadas para el análisis estadístico. Se inició llevando a cabo un análisis descriptivo de los puntajes correspondientes a cada pilar del pensamiento computacional y del rendimiento académico, mediante el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, tales como la media, desviación estándar, valores mínimos y máximos. Seguidamente, se evaluó el supuesto de normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro–Wilk, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Se encontró que al menos una de las variables no cumplió con el supuesto de normalidad, y se optó por el uso de estadística no paramétrica para el análisis inferencial.

Para poder analizar la relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico, así como la relación entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). El estadístico de Spearman permitió identificar la dirección y magnitud de las asociaciones entre las variables analizadas, estableciendo su significancia estadística en función del valor p correspondiente.

III. RESULTADOS

A. Características generales de los datos analizados

El análisis de los datos se realizó a partir de una muestra conformada por 40 estudiantes universitarios de primer año, quienes participaron en la evaluación de los pilares del pensamiento computacional y en la medición de su rendimiento académico. Las variables que fueron analizadas incluyeron los cuatro pilares del pensamiento computacional: pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción, así como el rendimiento académico, que representa la nota final obtenida por los estudiantes en una unidad académica del curso de informática básica.

Los puntajes de cada uno de los pilares del pensamiento computacional se obtuvieron a partir de la aplicación del Test de Pensamiento Computacional de Román-González, y la nota académica fue considerada como una medida externa e independiente al instrumento de pensamiento computacional. Cada uno de las variables fueron analizadas utilizando sus escalas originales, con el objetivo de preservar la variabilidad

natural de los datos y evitar distorsiones en los análisis estadísticos posteriores.

B. Resultados descriptivos de los pilares del pensamiento computacional y del rendimiento académico

En la Tabla I se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a los pilares del pensamiento computacional y al rendimiento académico de los estudiantes. Se reportan la media, la desviación estándar, así como los valores mínimo y máximo observados en cada variable.

TABLA I
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

	Mean	Std	min	max
Algoritmos	18.454545	4.077474	10.0	25.0
Descomposición	10.295455	2.257592	6.0	14.0
Patrones	12.590909	3.329349	7.0	18.0
Abstracción	10.522727	2.406277	5.0	15.0
Nota	11.590909	3.439295	4.0	19.0

Los resultados han mostrado que el pensamiento algorítmico presentó una media de 18.45 (DE = 4.08), con valores que oscilaron entre 10 y 25 puntos. Por su parte, la descomposición obtuvo una media de 10.30 (DE = 2.26), mientras que el reconocimiento de patrones alcanzó una media de 12.59 (DE = 3.33). En el caso de la abstracción, la media fue de 10.52 (DE = 2.41).

Con respecto al rendimiento académico, la nota final promedio fue de 11.59 (DE = 3.44), con un rango que varió entre 4 y 19 puntos. La dispersión observada en esta variable evidencia una heterogeneidad moderada en el desempeño académico de los estudiantes, lo cual resulta pertinente para la exploración de posibles relaciones con los pilares del pensamiento computacional.

De manera adicional y con el fin de complementar el entendimiento de los datos, se hizo análisis gráfico mediante diagramas de caja permitió identificar una distribución relativamente simétrica en la mayoría de variables, aunque con presencia de cierta variabilidad interindividual, especialmente en los puntajes de pensamiento algorítmico y en la nota académica, como se muestra en la fig. 1.

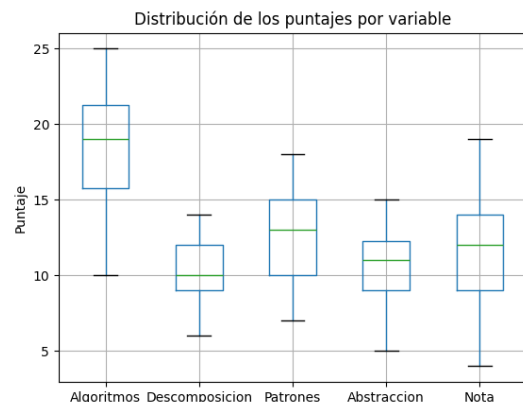


Fig. 1 Distribución de los puntajes por variable

C. Análisis de normalidad de los datos

Se verificó si los datos cumplían con el supuesto de normalidad, para así poder determinar el tipo de análisis estadístico a emplear, se aplicó la prueba de Shapiro–Wilk a cada una de las variables analizadas. Los resultados de esta prueba se presentan en la Tabla II.

TABLA II
PRUEBA DE NORMALIDAD

	P_value
Algoritmos	0.11155
Descomposición	0.051489
Patrones	0.011498
Abstracción	0.190661
Nota	0.514235

Los resultados señalan que los puntajes correspondientes a pensamiento algorítmico, descomposición, abstracción y rendimiento académico no mostraron desviaciones estadísticamente significativas respecto a una distribución normal ($p > 0.05$). Por otro lado, el pilar de reconocimiento de patrones presentó un valor de p inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), lo que evidencia el incumplimiento del supuesto de normalidad para esta variable.

Debido a que al menos una de las variables analizadas no cumplió con el supuesto de normalidad, se optó por el uso de estadística no paramétrica, específicamente el coeficiente de correlación de Spearman, para el análisis de las relaciones entre las variables.

D. Relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico

Se cumplió con el objetivo de analizar la relación entre cada uno de los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico de los estudiantes, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ) entre cada pilar y la nota final. Los resultados se presentan en la Tabla III.

TABLA III
RESULTADOS DE SPEARMAN

	rho_spearman	P_value
Algoritmos	0.197916	0.197810
Descomposición	0.162431	0.292137
Patrones	0.213473	0.164119
Abstracción	0.195676	0.203037

Los resultados de pues de aplicar el estadístico de Spearman revelaron que ninguna de las correlaciones entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico fue estadísticamente significativa ($p > 0.05$). Además de que los valores del coeficiente de correlación obtenidos fueron bajos, lo que indica la presencia de relaciones débiles entre estas variables.

El pensamiento algorítmico mostró una correlación positiva débil con la nota académica ($\rho = 0.19$), al igual que la

descomposición ($\rho = 0.16$), el reconocimiento de patrones ($\rho = 0.21$) y la abstracción ($\rho = 0.19$). Estos resultados sugieren que, en la muestra analizada, los niveles de desempeño en los pilares del pensamiento computacional no se asocian de manera significativa con el rendimiento académico cuando este último es medido a través de una evaluación independiente (prácticas, exámenes, tareas académicas, etc.) al instrumento de pensamiento computacional.

E. Relación entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico

En esta etapa se analizó la relación entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico, considerando este último como una habilidad que integra y articula los demás componentes del pensamiento computacional. Para ello, se empleó nuevamente el coeficiente de correlación de Spearman.

Los resultados del estadístico de Spearman, se presentan en la Tabla IV, donde se evidencian correlaciones positivas fuertes y estadísticamente significativas entre cada uno de los pilares y el pensamiento algorítmico ($p < 0.001$). Donde, el reconocimiento de patrones mostró la relación más alta con el pensamiento algorítmico ($\rho = 0.95$), seguido de la descomposición ($\rho = 0.91$) y la abstracción ($\rho = 0.93$).

TABLA IV
RESULTADOS DE SPEARMAN

Pilar independiente	Pilar dependiente	rho_spearman	P_value
Descomposición	Algoritmos	0.907971	1.828306e-17
Patrones	Algoritmos	0.948976	1.144417e-22
Abstracción	Algoritmos	0.927519	1.474192e-19

Las evidencias encontradas señalan que los estudiantes con mayores niveles de desempeño en descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción tienden a presentar también mayores niveles de pensamiento algorítmico. En consecuencia, los resultados respaldan empíricamente la concepción teórica que plantea que el pensamiento algorítmico no se desarrolla de forma aislada, sino como resultado de la integración progresiva de los otros pilares del pensamiento computacional.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación señalan que no existe una relación estadísticamente significativa entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico, medido a través de la nota final de la unidad. Este resultado encontrado coincide con investigaciones recientes desarrolladas en educación superior que señalan que, cuando el rendimiento académico se mide mediante calificaciones formales, la asociación con habilidades de pensamiento computacional tiende a ser débil o no significativa. En un estudio realizado con estudiantes universitarios no pertenecientes a carreras STEM, se reportó que las habilidades

de pensamiento computacional no predijeron directamente las calificaciones académicas, a pesar de que los estudiantes mostraban niveles adecuados de estas competencias cognitivas [13]. Los resultados de otros estudios respaldan la idea de que el pensamiento computacional y el rendimiento académico representan componentes relacionados, pero no necesariamente equivalentes.

También se tiene que investigaciones centradas en la medición del pensamiento computacional en estudiantes universitarios de ciencias de la computación han encontrado que las puntuaciones obtenidas en instrumentos específicos de pensamiento computacional no siempre se traducen en un mejor desempeño académico global, especialmente cuando las evaluaciones académicas incluyen múltiples factores ajenos a los procesos cognitivos evaluados por dichos instrumentos [14]. Estos resultados ayudan a interpretar por qué, en el presente estudio, ninguno de los pilares del pensamiento computacional mostró una relación significativa con la nota final, reforzando la idea de que el rendimiento académico es un fenómeno multifactorial.

A pesar de ello, un hallazgo central y diferencial de este estudio es la existencia de relaciones estadísticamente significativas entre los pilares de descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción con el pensamiento algorítmico. Estas evidencias son consistentes con modelos teóricos que conceptualizan el pensamiento algorítmico como una habilidad de orden superior que emerge a partir de la integración progresiva de otros pilares del pensamiento computacional. Estudios derivados de datos recientes han demostrado que las habilidades como la abstracción y la descomposición presentan correlaciones moderadas a altas con el pensamiento algorítmico, lo que sugiere una estructura interna jerárquica dentro del constructo [15], [16].

También se tiene investigaciones que han analizado la estructura factorial del pensamiento computacional en contextos universitarios y reportan que el pensamiento algorítmico tiende a relacionarse significativamente con habilidades como reconocimiento de patrones y abstracción, lo que indica que estas dimensiones no operan de manera independiente, sino como componentes interrelacionados de un mismo sistema cognitivo [14]. En este presente estudio, los resultados obtenidos aportan evidencia empírica adicional que respalda esta interdependencia entre pilares, particularmente en estudiantes universitarios de primer año.

Desde un enfoque comparativo, tenemos que estudios previos han apuntado a analizar el pensamiento computacional como un constructo global y unidimensional [17], y por los resultados de este estudio refuerzan la necesidad de abordar el pensamiento computacional desde una perspectiva multidimensional, distinguiendo claramente las relaciones internas entre sus pilares. Esta aproximación permite explicar por qué el pensamiento algorítmico muestra relaciones sólidas con otros pilares del pensamiento computacional, pero no

necesariamente con medidas externas de rendimiento académico.

En términos educativos, los hallazgos sugieren que el desarrollo del pensamiento algorítmico en educación superior no debería abordarse de forma aislada, sino como el resultado de un proceso formativo que fortalezca previamente habilidades como la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción. Investigaciones recientes han señalado que los entornos de aprendizaje que priorizan estas habilidades cognitivas básicas favorecen una mejor comprensión de los procesos algorítmicos, aunque este progreso no siempre se refleje inmediatamente en las calificaciones académicas tradicionales.[14].

La elevada magnitud de las correlaciones observadas ($\rho > 0.90$) puede explicarse por la estrecha relación teórica entre los pilares del pensamiento computacional, los cuales no operan de manera aislada, sino como etapas complementarias en la resolución de problemas. En este sentido, el pensamiento algorítmico se configura como la culminación de procesos cognitivos previos que implican descomponer, abstraer e identificar patrones en la información. Por otra parte, la magnitud de las correlaciones también podría sugerir cierto solapamiento estructural entre las dimensiones evaluadas, dado que comparten procesos cognitivos subyacentes. Este fenómeno es habitual en constructos psicológicos complejos y no implica redundancia, sino la integración funcional de habilidades interrelacionadas.

También, es pertinente considerar que el Test de Pensamiento Computacional de Román-González evalúa competencias estrechamente relacionadas, lo que podría generar altos niveles de interdependencia entre sus elementos. Otro aspecto a considerar es la posibilidad de colinealidad conceptual, ya que los pilares del pensamiento computacional forman parte de un mismo marco teórico. Ambos aspectos mencionados no invalidan los resultados, sino que evidencia la naturaleza integrada y multidimensional del constructo, además de que refuerza la consistencia interna del instrumento y la coherencia del constructo evaluado.

No obstante, los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando ciertas limitaciones. En primer lugar, el tamaño muestral relativamente reducido podría restringir la generalización de los hallazgos a otras poblaciones universitarias. En segundo lugar, el diseño transversal de la investigación permitió analizar las relaciones entre las variables en un momento específico, sin establecer inferencias de carácter causal. Finalmente, el estudio se desarrolló en un contexto institucional único, lo que podría limitar la validez externa de los resultados. En este sentido, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra, adopten diseños longitudinales y repliquen el estudio en diferentes instituciones de educación superior.

Finalmente, este estudio contribuye a llenar un vacío en la literatura, al ofrecer evidencia empírica que distingue claramente dos niveles de análisis: primero la relación entre

pensamiento computacional y rendimiento académico, donde no se observaron asociaciones significativas, y segundo la relación interna entre los pilares del pensamiento computacional, donde sí se identificaron vínculos estadísticamente significativos. Esta diferenciación resulta particularmente relevante en educación superior, ya que permite comprender que la ausencia de relación con el rendimiento académico no invalida la importancia del pensamiento computacional, sino que destaca la necesidad de revisar cómo se enseña, evalúa y articula con los objetivos curriculares.

V. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido analizar de manera diferenciada la relación entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico, así como las relaciones internas entre dichos pilares en estudiantes universitarios de primer año. Los resultados muestran que, cuando el rendimiento académico se mide a través de una evaluación externa e independiente del instrumento de pensamiento computacional, no se observa una relación estadísticamente significativa entre ninguno de los pilares del pensamiento computacional (pensamiento algorítmico, descomposición, reconocimiento de patrones y abstracción) y la nota académica de la unidad analizada. Este hallazgo sugiere que el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional no se refleja necesariamente de forma directa en las calificaciones tradicionales, al menos en contextos evaluativos de carácter general como una universidad.

En contraposición, el análisis de las relaciones internas entre los pilares del pensamiento computacional mostró asociaciones estadísticamente significativas y de magnitud alta entre la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción con el pensamiento algorítmico. Estos resultados respaldan la teoría del pensamiento algorítmico como una habilidad de nivel superior que se construye a partir del dominio progresivo de los otros pilares, y no como una competencia aislada. Tomando este enfoque, el pensamiento algorítmico se desarrolla como un resultado de estudiar, reconocer patrones y extraer información importante.

Estos mismos hallazgos han permitido inferir que la ausencia de relación significativa entre los pilares del pensamiento computacional y el rendimiento académico no invalida la importancia educativa del pensamiento computacional, sino que pone en evidencia una posible desconexión entre las habilidades cognitivas evaluadas por instrumentos específicos y los sistemas tradicionales de evaluación académica. Esto muestra que es importante analizar de qué manera se miden las habilidades relacionadas con el pensamiento computacional en la universidad.

Desde un punto del diseño de estudio, aporta evidencia empírica al diferenciar explícitamente el análisis del pensamiento computacional como unidad global del análisis de

sus pilares constitutivos, lo que permitió identificar relaciones internas que suelen quedar no visibles cuando se emplean métodos globales. Bajo este enfoque, la presente investigación contribuye a llenar un vacío en la literatura, al proporcionar datos que hacen más comprensible la estructura interna del pensamiento computacional en estudiantes universitarios de primer año.

Finalmente, se reconoce como limitación el tamaño muestral y el carácter transversal del estudio, lo que restringe la generalización de los resultados. Peso a ello, los hallazgos abren líneas futuras de investigación orientadas a explorar modelos explicativos del pensamiento algorítmico, así como a diseñar intervenciones educativas centradas en fortalecer la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción como base para el desarrollo del pensamiento algorítmico en contextos universitarios.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Se agradece especialmente a los alumnos de la Universidad Nacional de San Agustín, especialmente de las carreras de ingeniería, así como a los colegas que contribuyeron al desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] J. M. Wing, "Computational thinking," *Commun. ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006, doi: 10.1145/1118178.1118215.
- [2] S. Grover and R. Pea, "Computational Thinking in K–12: A Review of the State of the Field," *Educ. Res.*, vol. 42, no. 1, pp. 38–43, 2013, doi: 10.3102/0013189X12463051.
- [3] A. Yadav, C. Mayfield, N. Zhou, S. Hambrusch, and J. T. Korb, "Computational thinking in elementary and secondary teacher education," *ACM Trans. Comput. Educ.*, vol. 14, no. 1, 2014, doi: 10.1145/2576872.
- [4] K. Brennan and M. Resnick, "New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking," *Annu. Am. Educ. Res. Assoc. Meet. Vancouver, BC, Canada*, pp. 1–25, 2012, [Online]. Available: <https://scratched.gse.harvard.edu/ct/files/AERA2012.pdf>.
- [5] V. Barr and C. Stephenson, "Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community?," *ACM Inroads*, vol. 2, no. 1, pp. 48–54, 2011, doi: 10.1145/1929887.1929905.
- [6] H. Y. Leung, "Systematic Literature Review of Integrating Computational Thinking into Mathematics Education," no. 4, pp. 152–163, 2021, doi: 10.17265/2161-623X/2021.04.002.
- [7] M. Román-González, J.-C. Pérez-González, and C. Jiménez-Fernández, "Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test," *Comput. Human Behav.*, vol. 72, pp. 678–691, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>.
- [8] W. Sung, J. Ahn, and J. B. Black, "Introducing Computational Thinking to Young Learners: Practicing Computational Perspectives Through Embodiment in Mathematics Education," *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 22, no. 3, pp. 443–463, 2017, doi: 10.1007/s10758-017-9328-x.
- [9] A. Csizmadia, S. Humphreys, T. Ng, P. Curzon, C. Selby, and J. Woollard, "Computational thinking A guide for teachers," *Comput. Sch.*, 2015.
- [10] F. Kalelioglu, Y. Gulbahar, and V. Kukul, "A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review," *Balt. J. Mod. Comput.*, vol. 4, no. 3, pp. 583–596, 2016, [Online]. Available:

- https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/bjmc/Contents/4_3_15_Kalelioglu.pdf.
- [11] S. Bocconi, A. Chiocciariello, G. Dettori, A. Ferrari, and K. Engelhardt, *Developing Computational Thinking in Compulsory Education*. 2016.
 - [12] M. Román-Gonzalez, "Computational Thinking Test: design guidelines, content validation and item analysis," *Perspect. y Av. la Investig.*, pp. 279–302, 2015, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/288341872>.
 - [13] C. H. Liao, C. T. Chiang, I. C. Chen, and K. R. Parker, "Exploring the relationship between computational thinking and learning satisfaction for non-STEM college students," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 19, no. 1, 2022, doi: 10.1186/s41239-022-00347-5.
 - [14] R. Hijón-Neira, C. Pizarro, J. French, D. Palacios-Alonso, and E. Çoban, "Computational Thinking Measurement of CS University Students," *Appl. Sci.*, vol. 14, no. 12, 2024, doi: 10.3390/app14125261.
 - [15] H. Y. Durak and M. Saritepeci, "Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model," *Comput. Educ.*, vol. 116, pp. 191–202, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>.
 - [16] Ö. Korkmaz, R. Çakir, and M. Y. Özden, "A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS)," *Comput. Human Behav.*, vol. 72, pp. 558–569, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>.
 - [17] H. Lei, M. M. Chiu, F. Li, X. Wang, and Y. Geng, "Computational thinking and academic achievement: A meta-analysis among students," *Child. Youth Serv. Rev.*, vol. 118, p. 105439, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105439>.