

Estrategias heurísticas y su impacto en los estilos de aprendizaje en estudiantes de geometría de una universidad pública.

Heuristic strategies and their impact on learning styles in geometry students at a public university.

Gilberto Platero-Aratia¹, Lupita Esmeralda Arocutipa-Huanacuni², Erbert Francisco Osco-Mamani³

^{1,2,3}*Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna - Perú*

ORCID: ¹[0000-0002-4483-7641](https://orcid.org/0000-0002-4483-7641), ²[0000-0001-6219-9754](https://orcid.org/0000-0001-6219-9754), ³[0000-0002-8492-5961](https://orcid.org/0000-0002-8492-5961)

Recibido: 15 de enero de 2024.

Aceptado: 5 de abril de 2023.

Publicado: 1 de mayo de 2024.

Resumen- El presente estudio tuvo como propósito determinar si las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizajes en los estudiantes de la asignatura geometría analítica de una universidad pública de Perú. A través de un diseño cuasiexperimental longitudinal. La muestra de estudio la conformaron 50 estudiantes pertenecientes al II ciclo de la Carrera profesional de Matemática, Computación e Informática de la Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann". Los resultados demostraron que los estudiantes del grupo experimental luego de la aplicación de las estrategias heurísticas tuvieron una importante incidencia en los estilos de aprendizajes, vinculados a estrategias de procesamiento relacionar, estructurar, procesar críticamente, memorizar y ensayar, igualmente la regulación externa, orientación motivacional del aprendizaje y concepciones del aprendizaje con respecto al grupo control. Se concluyó que mientras más se apliquen estrategias heurísticas mayor es la incidencia en el desarrollo de los estilos de aprendizaje permitiendo valiosos procesos de aprendizaje para generar habilidades de resolución de problemas en el área de la matemática.

Palabras clave: estilos de aprendizaje; estrategias heurísticas; geometría; actuación académica; resolución de problemas.

Abstract— The purpose of this study was to determine whether heuristic strategies influence learning styles in students of analytical geometry at a public university in Peru. Through a longitudinal quasi-experimental design. The study sample consisted of 50 students belonging to the second cycle of the professional career of Mathematics, Computer Science and Informatics of the National University "Jorge Basadre Grohmann". The results showed that students in the experimental group after the application of heuristic strategies had a significant impact on learning styles, linked to processing strategies of relating, structuring, critical processing, memorizing and rehearsing, as well as external regulation, motivational orientation of learning and conceptions of learning with respect to the control group. It was concluded that the more heuristic strategies are applied, the greater the incidence in the development of learning styles, allowing valuable learning processes to generate problem-solving skills in the area of mathematics.

Keywords: learning styles; heuristic strategies; geometry; academic performance; problem solving.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lupitaarocutipa@gmail.com (Lupita Esmeralda Arocutipa Huanacuni).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Como citar este artículo: G. Platero-Aratia, L. E. Arocutipa-Huanacuni y E. F. Osco-Mamani, "Estrategias heurísticas y su impacto en los estilos de aprendizaje en estudiantes de geometría de una universidad pública", *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, vol. 12, no. 2, pp. 18-26 2024, doi: [10.15649/2346030X.3269](https://doi.org/10.15649/2346030X.3269)

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se han estudiado diversos enfoques de pensamiento asociados a la formación de seres humanos para lograr avances y dar respuesta a las nuevas sociedades del conocimiento, y apalancar la resolución de los problemas actuales. De tal manera, que se puedan generar cambios en la sociedad que apunten a mejorar las condiciones de vida, desarrollar teorías y resolver problemas. Cabe señalar que el paradigma heurístico se basa en potenciar las capacidades del ser humano para innovar buscando constantes mejoras en la forma de pensar y actuar. En efecto, esta habilidad les permite apropiarse de las características de aprender, innovar, resolver problemas con amplio criterio de ideas y creatividad. Se asume como una ciencia o un arte de descubrimiento e invención. [1]. En relación al término heurístico, está orientado a las estrategias que aplican las personas en la ejecución de los procesos cognitivos.

Dado que hoy en día el conocimiento sobre cualquier disciplina cambia y avanza rápidamente, los estudiantes están llamados a renovar conocimientos e investigar las nuevas formas para la adquisición de estos en las diferentes áreas de estudio [2], [3]. Asimismo, el objetivo fundamental de la educación universitaria contemporánea es que los estudiantes aprendan de manera autónoma y sean capaces de adoptar un carácter independiente con actitud crítica que les permita desenvolverse en un mundo cambiante y enfrentar los desafíos de manera certera y centrada en la realidad que se les presenta [4].

Sin duda, la formación de los estudiantes en las matemáticas está ligada a la ejecución de la resolución de problemas como estrategia didáctica. Sin embargo, este proceso exige concebir una conceptualización adaptada del término problema matemático, es decir, considerar la noción de problema desde la perspectiva del docente y del estudiante que se encuentra en el contexto universitario [5]. De ahí la importancia en la selección de alternativas de solución y las estrategias heurísticas utilizadas para abordarla, debido a que es necesario que los estudiantes desarrollen habilidades para la toma de decisiones acertadas, prepararse, poseer habilidades eficientes y eficaces ante de dar respuestas al problema matemático [6].

En relación a las diferencias entre patrones de aprendizaje, el aprendizaje no es sólo un modelo explicativo, pues para cada circunstancia el alumno se enfrenta a un tipo de aprendizaje diferente. Surge así la necesidad de distinguir entre el aprendizaje por repetición y el aprendizaje significativo en la resolución de problemas. Hay situaciones en las que coexisten el aprendizaje por repetición y el aprendizaje significativo, es decir, se conjugan mutuamente [7]. Por otro lado, el aprendizaje puede lograrse por descubrimiento, puede ser dirigido a través de la aplicación de fórmulas para resolver problemas, o por descubrimiento autónomo, en definitiva, soluciones logradas por ensayo y error.

Estos cambios y avances han concebido que los problemas requieren la intervención de sujetos que diseñen alternativas creativas, y que innoven para desarrollar las capacidades inventivas de los sujetos. En consecuencia, los estudios realizados sobre la creatividad han permitido identificar una serie de procesos integrados en el pensamiento creativo [8]. Sin embargo, es necesario aplicar estrategias que contribuyan a la ejecución efectiva de cada uno de estos procesos influenciados por los conocimientos y habilidades del dominio. Por tanto, es conveniente tener en cuenta las implicaciones para mejorar el pensamiento creativo.

Ciertamente el aprendizaje basado en la resolución de problemas en la actualidad por aspectos tecnológicos y científicos exige cambios importantes en las nuevas formas de aprender. Para ello, es oportuno romper con los paradigmas educativos que han enfatizado la concepción del conocimiento y del aprendizaje. Por ello, trascender requiere la formación de personas crítico-reflexivas asumiendo la importancia de comprender los avances científicos y tecnológicos [9], [10], [11].

Desde la perspectiva de las dificultades en la enseñanza, si no hay problemas no hay aprendizaje. Una enseñanza sin problemas excluye el sentido real del espíritu científico. En este mismo sentido, se indica que la didáctica debe trabajar tenazmente en la construcción y reconstrucción de problemas, este proceso convierte un problema en aportes a los procesos de evolución conceptual, de modo que la conducta de enfrentar y resolver problemas es obviamente donde se encuentra la parte del desarrollo cognitivo que revela la mejor forma de expresión de las capacidades de los sujetos [7].

Ligado a esto la identificación, es necesaria para ubicar una situación que genere algún tipo de dificultad para el sujeto, al mismo tiempo, este debe encontrar, y a la vez diseñar, organizar y plantear las formas de resolver el problema, dependiendo del objetivo y de acuerdo a sus necesidades cognitivas. En este sentido, la característica de los procesos de resolución de problemas es orientar las acciones a partir de la comprensión de cómo los estudiantes resuelven problemas en el campo de las matemáticas y las capacidades que se generan [8], [12].

Así, se ajusta la teoría asociacionista para establecer la relación de los mecanismos de selección de respuesta sobre la tarea que no es más que un conjunto de estímulos que pueden establecer asociaciones, en los que se debe tener en cuenta conductas como prueba/error, rankings, órdenes, sucesión de experiencias, asociación y transformación del aprendizaje [1], [7].

Perspectiva cognitiva sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas

De acuerdo con la resolución de problemas, permiten potenciar y desarrollar todas las capacidades de los sujetos para comprender los resultados que se evidencian a mediano y largo plazo [9]. Esta realidad está asociada a la ejecución de estrategias heurísticas, es fundamental que los estudiantes perciban que no existe una estrategia única, ideal e infalible para la resolución de problemas. Es fundamental señalar que, si bien las heurísticas ofrecen una guía y ayudan a establecer un camino de resolución, su uso no asegura la resolución exitosa del problema. Cabe señalar que la heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la resolución de problemas, específicamente a las operaciones mentales útiles en este proceso.

En consecuencia, se evidencia la importancia del proceso para la formación de profesores de matemáticas, éste debe centralizar planes de estudio orientados a mejores prácticas de enseñanza y estrategias de aprendizaje. En cuanto a la educación matemática, la instrucción mixta que incorpore una fase inicial de prácticas de enseñanza transmisibles y transaccionales, basada en la instrucción para el aprendizaje, es vital para generar cambios significativos e importantes en las creencias y orientaciones de los docentes en formación [9]. Por lo tanto, los docentes deben desarrollar estrategias que faciliten el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas que potencien la resolución de problemas, siendo fundamentales en la resolución asertiva de problemas. Del mismo modo que se encuentran actualizados y acordes a las nuevas tecnologías.

De esta manera, es necesario que los docentes se formen constantemente no solo en la aplicación de estrategias sino también en el diseño de programas y estrategias metodológicas en el área de las matemáticas que identifiquen posibles obstáculos y sus posibles alternativas de solución. Por lo tanto, se deben incluir intervenciones didácticas en relación con cada conocimiento disciplinar: resolución de problemas para cada dominio específico del conocimiento acerca de como las estrategias pueden resolver problemas y que estas se refieran a fortalecer las operaciones mentales de los estudiantes para pensar en la representación de objetivos, con el fin de transformar y obtener una solución tomando como base el ensayo - error, búsqueda de un patrón, hacer una representación, esquema, diagrama, construcción de tablas, buscar un problema análogo, particularizar, generalizar, empezar el problema desde el final, distinguir varias partes de la condición, descomponer y recomponer el problema, usar una notación apropiada y analizar propiedades vinculadas al problema [13].

En resumen, las estrategias heurísticas se caracteriza por incorporar el análisis crítico de las nuevas ideas, que se integran a los conocimientos previos sobre el tema, favoreciendo así su comprensión y retención a largo plazo, de tal manera que puedan ser utilizadas posteriormente en la resolución de problemas en diferentes contextos, lo que permite lograr un estilo de aprendizaje profundo, el cual requiere utilizar altos niveles de habilidades cognitivas como el análisis (comparar, contrastar) y la síntesis (integrar el conocimiento en una nueva dimensión). En este sentido, el aprendizaje profundo promueve la comprensión y la aplicación de estrategias de aprendizaje a lo largo de la vida relacionadas con el conocimiento previo de nuevos aprendizajes, vinculando nuevos conocimientos con otras áreas e incorporan el análisis lógico empleando el juicio crítico basado en la motivación intrínseca, orientada a la satisfacción del conocimiento [14], [15].

Es conveniente resaltar que el estilo de aprendizaje superficial, es aquel donde el alumno memoriza la información como hechos aislados, sin conexión con experiencias previas ni con el contexto general. El propósito central es retener los datos para pasar la evaluación [16]. Sin duda, el aprendizaje superficial solo se centra en datos y hechos aislados, dirigidos por la memorización para realizar pruebas o exámenes, no se establecen relaciones con la experiencia habitual en cuanto a la motivación, es externa, orientada a la aprobación del sujeto.

En relación al estilo de la autorregulación del aprendizaje se presenta como una actividad que los estudiantes realizan por sí mismos, de forma proactiva, y no como algo que les sucede de forma reactiva y en respuesta a situaciones de aprendizaje. [12]. En cuanto a los estudiantes que autorregulan el aprendizaje, son proactivos en su esfuerzo por aprender, ya que son reflexivos y adquieren conocimientos sobre habilidades y limitaciones [17].

En este sentido, el docente debe moldear la conducta y los saberes de sus estudiantes guiado por objetivos y estrategias heurísticas que promueven el aprendizaje y desarrollo de capacidades matemáticas vinculados a los temas de la geometría analítica. Por lo general, los estudiantes que autorregulan el aprendizaje y monitorean el comportamiento en función de los objetivos planteados, se vuelven crítico-reflexivos ante los avances que se van logrando. De hecho, esta actividad genera satisfacción personal, motivación para permanecer y mejorar los métodos de aprendizaje, lo que permite obtener excelentes resultados académicos (notas) y expectativas optimistas.

El propósito de este estudio estuvo orientado a determinar si las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizajes en los estudiantes de la asignatura geometría analítica adscrita al Departamento de Educación de Matemática y Computación de la Facultad de Educación, Comunicación, y Humanidades (FECH) de la Universidad Nacional "Jorge Basadre Grohmann", Tacna Preú.

II. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

Este estudio corresponde a un estudio descriptivo cuasi-experimental longitudinal [18] para el cual se contó con un grupo control y un grupo experimental conformado por estudiantes matriculados en el año académico 2021 en la asignatura de geometría analítica adscrita al Departamento de Educación de Matemática y Computación de la Facultad de Ciencias de la Educación, Comunicación y Humanidades de la UNJBG.

El enfoque de investigación fue el cuantitativo que buscó determinar si las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizajes en los estudiantes de la asignatura geometría analítica. La población de estudio estuvo conformada por 50 estudiantes del II ciclo de la carrera profesional de Educación Matemática. Debido al tamaño se tomó toda la población, por lo que no fue necesario calcular la muestra ni recurrir a ninguna técnica de muestreo. El grupo de control y el grupo experimental comprendieron 25 estudiantes cada uno.

Se utilizó como técnica la encuesta y como instrumento el Inventario de Estilos de Aprendizaje (ILS) para operacionalizar la variable estilos de aprendizajes, comprendió las siguientes dimensiones la autorregulación del aprendizaje que contiene dos factores: la autorregulación del proceso (1 al 4 ítems) y la autorregulación del contenido (5 al 7 ítems). Además, la escala incluye factores que miden la regulación externa (8 al 11 ítems) y la falta de regulación (12 al 15 ítems). La autorregulación del proceso se refiere a la capacidad del alumno para regular sus procesos de aprendizajes; la autorregulación de contenidos mide el grado de búsqueda de literatura por parte del estudiante más allá del material del curso; la regulación externa indica el grado de regulación y motivación. La confiabilidad del instrumento ajustado por los investigadores se materializó mediante el análisis de contenido de los expertos y el alfa de Cronbach resultando 80,9% que demostró que era confiable.

En este sentido, la versión original del ILS consta de dos partes (A y B). La parte A se refiere a las actividades de estudio (enunciados del 1 al 55) y se responde según una escala tipo Likert que va desde (1) rara vez o nunca lo hago hasta (5) siempre lo hago. La parte B se refiere a las razones para estudiar (afirmaciones de la 56 a la 80) y las opiniones de los estudiantes sobre el estudio (afirmaciones de la 81 a la 120). Se responde según una escala tipo Likert que va desde (1) Totalmente en desacuerdo hasta (5) Totalmente de acuerdo.

Se identificaron los estilos de aprendizaje de los estudiantes que conformaron el grupo experimental a quienes se les implemento una serie de estrategias heurísticas en la resolución de problemas de geometría analítica. La escala fue diseñada por [19] y ha sido aplicada en diferentes contextos en diversas investigaciones. La versión en español fue adaptada y validada por un grupo de investigadores de diferentes países de América Latina (Argentina, Colombia, México, Venezuela) y España [20].

En cuanto al material del curso, se utilizó un texto comercial de geometría analítica cuyo contenido presentó determinación de ecuación de una recta, la circunferencia y sus gráficas; parábola, elipse e hipérbola y sus gráficas; transformación de coordenadas y coordenadas polares.

Para el diseño de los problemas y tareas fue directamente realizada por el docente y entregada a los estudiantes para que la resolvieran antes y durante las sesiones en pequeños grupos colaborativos. Se dio apoyo a través de sesiones de asesoramiento de dos horas en grupos de aproximadamente de 10 alumnos dos veces por semana con un tutor, que en algunos casos eran alumnos que ya habían aprobado matemáticas. La puntuación final se obtuvo al completar todas las tareas.

A los efectos del estudio, el grupo experimental se le administró estrategias heurísticas para resolver problemas de geometría analítica, mientras que al grupo control no. La intervención se llevo a cabo durante un período de 16 semanas dos veces por semana. A este grupo se le enseñó explícitamente la heurística como un concepto matemático. Se explicaron las posibles heurísticas para resolver una tarea determinada y cada heurística durante el proceso de resolución de problemas.

Esta metodología fue adoptada en relación con el razonamiento de [21] que, si solo se enseña cada heurística específica a la vez para resolver una tarea, las diversas heurísticas disponibles se aíslan entre sí y esto podría llevar a los estudiantes a tratar las heurísticas como procedimientos algorítmicos a seguir. El procedimiento de enseñanza de las heurísticas se establece a continuación: 1) En primer lugar, se les asignó a los estudiantes algunos problemas de rutina pero que requerían una abstracción considerable 2) Se les dio suficiente tiempo a los estudiantes para que pensarán por sí mismos y construyeran su propia representación (incluyendo, por ejemplo, problemas visuales, físicos y simbólicos). Esto les permitió conocer su representación.

3) Se les pidió a los estudiantes que hicieran una exposición en clase sobre sus representaciones y que dieran una explicación de por qué representaron los problemas de la forma en que lo hicieron. Se animó a otros estudiantes a comentar sobre estas actuaciones. 4) A continuación, los alumnos tuvieron tiempo suficiente para resolver los problemas con las representaciones que habían creado. 5) Una vez más, se les pidió a los estudiantes que presentaran su trabajo, se les dio más tiempo para resolver los problemas, exponerlos y discutir las soluciones. 6) Se animó a los estudiantes a presentar sus soluciones como modos de resolución de problemas y comentar cómo llegaron a ellas.

Para el análisis descriptivo, fueron utilizadas la media y desviación estándar de los datos, conforme presentados en la Tabla 1. La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk sugiere que los datos no siguen una distribución normal ($p < 0,05$), la prueba de la mediana para las pruebas inferenciales suponiendo un valor de p de 0,05. En el que se empleó la estadística inferencial en la que va a determinar si las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizajes en los estudiantes de la asignatura geometría analítica

III. RESULTADOS

No se encontraron diferencias entre el grupo control y el grupo experimental cuando a ambos se les aplicó el instrumento previo al tratamiento. La Tabla 1 muestra las medidas descriptivas de los resultados del cuestionario ILS para operacionalizar la variable estilos de aprendizajes en el grupo control y el grupo experimental, respectivamente, después de la aplicación de las estrategias heurísticas.

Para la variable estilos de aprendizajes, las estrategias de procesamiento al comparar ambos resultados, se lee que en las escalas Relacionar y estructurar, Procesar críticamente y Memorizar y ensayar la media de los datos fue mayor para el grupo experimental con $3,7 \pm 0,4$, $3,5 \pm 0,5$ y $3,5 \pm 0,4$ puntos, respectivamente, excepto en la escala analizar, que fue superior en el grupo control con una media de $3,2 \pm 0,7$ frente a la media del grupo experimental que fue de $2,9 \pm 0,5$. Se logró una significación estadística entre las escalas relacionar y estructurar, memorizar y ensayar y analizar ($p < 0,05$). No así con la escala de Procesamiento Crítico ($p > 0,05$).

En cuanto a las dimensiones Procesamiento Profundo y Procesamiento Superficial se encontró que también hubo puntuaciones más altas en el grupo experimental en comparación con el grupo control con $3,6 \pm 0,3$ y $3,5 \pm 0,6$. Sin embargo, se logró significancia con el primero ($p < 0,05$) mientras que con el segundo no ($p > 0,05$). En la dimensión Procesamiento Superficial se obtuvieron puntajes similares para-ambos grupos con $3,2 \pm 0,3$ para el grupo experimental y donde no existe significancia estadística ($p > 0,05$). En cuanto a la valoración general, la puntuación de las Estrategias de Procesamiento fue superior en el grupo experimental con una media de $3,4 \pm 0,3$ mientras que la del grupo control fue de $3,2 \pm 0,4$ puntos, donde también hubo significación estadística ($p < 0,05$).

Las puntuaciones en las estrategias de regulación fueron mayores en el grupo control que en el grupo experimental ya que en el primer caso se obtuvo una media de $3,2 \pm 0,4$ mientras que en el segundo el resultado fue de $2,9 \pm 0,3$ ($p < 0,05$). Los estilos de aprendizajes: Autorregulación, Regulación externa y Ausencia de regulación. En el primero, la puntuación en el grupo control fue mayor que en el grupo experimental con $2,9 \pm 0,5$ y $2,8 \pm 0,7$ ($p < 0,05$); en el segundo, las puntuaciones fueron $3,5 \pm 0,4$ para el grupo experimental y $2,9 \pm 0,4$ para el grupo control ($p < 0,05$); y en el tercero, la puntuación más alta fue en el grupo control con $3,4 \pm 0,6$ puntos ($p < 0,05$). En cuanto a las escalas, en la Autorregulación de los procesos de aprendizaje y resultados fue superior en el grupo experimental con $2,9 \pm 1,2$ puntos ($p < 0,05$), mientras que en la Autorregulación de los contenidos de aprendizaje fue superior en el grupo control con $3,9 \pm 0,6$ ($p > 0,05$).

En cuanto a la Regulación externa del proceso de estilos de aprendizaje, la puntuación más alta la obtuvo el grupo experimental con $3,3 \pm 0,7$ puntos ($p > 0,05$). El mismo escenario se presentó en la escala Regulación externa de los resultados de aprendizaje donde el grupo experimental obtuvo una media de $3,7 \pm 0,4$ ($p > 0,05$). En cuanto a la ausencia de regulación, la puntuación fue mayor en el grupo control $3,4 \pm 0,6$ ($p < 0,05$).

Tabla 1: Medidas descriptivas resumidas del grupo de control ILS.

Variable	Promedio		Desarrollo estándar		valor p	aspectos	Promedio		Desarrollo estándar		valor p	Escamas	Promedio		Desarrollo estándar		valor p	
	Grupo de control	Grupo experimental	Grupo de control	Grupo experimental			Grupo de control	Grupo experimental	Grupo de control	Grupo experimental			Grupo de control	Grupo experimental	Grupo de control	Grupo experimental		
Estrategias de procesamiento	3,2	3,4	0,4	0,3	0,04	Procesamiento profundo	3,2	3,6	0,5	0,3	0,000	Relacionar y estructurar	3,0	3,7	0,5	0,4	0,000	
												Procesamiento crítico	3,4	3,5	0,8	0,5	0,369	
						procesamiento superficial	3,2	3,2	0,5	0,3	0,496	Memoriza y ensaya	2,9	3,5	0,6	0,4	0,000	
												Analizar	3,6	2,9	0,5	0,5	0,000	
Procesamiento de hormigón	3,2	3,5	0,7	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,491				
Estrategias de Regulación	3,2	2,9	0,4	0,3	0,000	Autorregulación	3,3	2,8	0,5	0,7	0,000	Autorregulación de los procesos y resultados del aprendizaje	2,7	2,9	0,5	1,2	0,000	
												Autorregulación de los contenidos de aprendizaje	3,9	2,8	0,6	0,7	0,263	
						Regulación externa	2,9	3,5	0,4	0,4	0,000	Autorregulación de los contenidos de aprendizaje	2,8	3,3	0,6	0,7	0,002	
												Regulación externa de los procesos de aprendizaje	2,8	3,3	0,6	0,7	0,655	
												Regulación externa de los resultados del aprendizaje	3,1	3,7	0,5	0,4	0,117	
Ausencia de regulación	3,4	0,6	2,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000					
Orientación	3,0	2,9	0,3	0,3	0,361	Interés personal	2,95	3,33	0,6	0,6	0,012	-	-	-	-	-	-	
						orientado a certificados	2,9	3,1	0,6	0,3	0,025	-	-	-	-	-	-	-
						Orientado a la autoevaluación	3,0	2,7	0,6	0,4	0,260	-	-	-	-	-	-	-
						Orientado a la vocación	2,9	3,1	0,6	0,5	0,074	-	-	-	-	-	-	-
						Ambivalente	3,0	2,2	0,5	0,6	0,000	-	-	-	-	-	-	-
Concepciones de	2,8	2,8	0,3	0,4	0,175	Construcción del conocimiento	2,8	3,1	0,4	0,8	0,179	-	-	-	-	-	-	
						Adquisición de conocimientos	2,9	2,5	0,4	0,7	0,014	-	-	-	-	-	-	
						Uso del conocimiento	2,7	3,4	0,5	0,5	0,000	-	-	-	-	-	-	
						Conocimiento por estimulación	3,0	2,2	0,5	0,4	0,000	-	-	-	-	-	-	
						Conocimiento por Cooperación	2,5	2,8	0,5	0,4	0,041	-	-	-	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

nota _ GC: Grupo Control; EG: Grupo Experimental.

En cuanto a la dimensión Orientación Motivacional del Aprendizaje, los resultados fueron parejos, destacando una mayor puntuación en el grupo control con $3,0 \pm 0,3$ puntos y el grupo experimental con $2,9 \pm 0,3$ puntos ($p > 0,05$). El grupo experimental obtuvo puntuaciones más altas en las dimensiones de interés personal, con una media de $3,3 \pm 0,6$ ($p < 0,05$); Orientado al certificado con $3,1 \pm 0,3$ puntos ($p < 0,05$) y orientado a la vocación con $3,1 \pm 0,5$ ($p < 0,05$). En las escalas orientadas a la autoevaluación y ambivalente, las puntuaciones más altas fueron para el grupo control con $3,0 \pm 0,6$ ($p > 0,05$) y $3,0 \pm 0,6$ puntos ($p < 0,05$), respectivamente.

Seguidamente, en la dimensión Concepciones de aprendizaje los resultados fueron similares para ambos grupos con $2,8 \pm 0,3$ para el grupo control y $2,8 \pm 0,4$ para el grupo experimental ($p > 0,05$). En la Construcción del Conocimiento se obtuvo una media de $3,1 \pm 0,8$ ($p > 0,05$), Uso del Conocimiento $3,4 \pm 0,5$ ($p < 0,05$) y Conocimiento por Cooperación $2,8 \pm 0,4$ ($p < 0,05$). En el caso de la Adquisición de Conocimiento y Conocimiento por Estimulación, el grupo control obtuvo la puntuación más alta con $2,9 \pm 0,4$ ($p < 0,05$) y $3,0 \pm 0,5$ ($p < 0,05$) puntos.

En cuanto a las calificaciones se obtuvo un promedio de $13,1 \pm 4,4$ para el grupo experimental y $11,4 \pm 3,9$ para el grupo control, donde se puede apreciar que los estudiantes del primer grupo tuvieron un mejor rendimiento académico. en comparación con el segundo grupo, aceptando que las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizaje, quedando demostrado a través de la mediana la cual sugiere que existe

evidencia suficiente para afirmar que las estrategias heurísticas aplicadas inciden en los resultados académicos de la asignatura de matemáticas ($p < 0,05$).

Como se puede observar en las pruebas de hipótesis, las variables: estrategias heurística y estilos de aprendizaje tienen influencia en el rendimiento académico de los estudiantes (notas) en el área de la matemática. En la que se demuestra en cada dimensión, estrategias de procesamiento: relacionar y estructurar, memorizar y ensayar son estadísticamente significativas; por su parte la dimensión estrategias de regulación: Autorregulación de procesos y resultados de aprendizaje, Autorregulación de contenidos de aprendizaje y Ausencia de regulación, así como también la dimensión Orientación Motivacional al Aprendizaje y Concepciones del Aprendizaje en la que se logró significación estadística el grupo experimental con respecto al grupo control en relación a las calificaciones.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, los estudiantes del II ciclo de la carrera profesional de Educación de Matemática, Computación e Informática de la UNJBG, obtuvieron una mayor puntuación en procesamiento profundo. Esto quiere decir que tienden a relacionar y estructurar su aprendizaje, el cual se caracteriza por prestar atención a lo que tratan los materiales de estudio (el significado). Además, en las actividades de aprendizaje buscan relacionar las partes entre sí y con el todo, con las propias experiencias y con los conocimientos previos. También se puede decir que realizan un procesamiento crítico al reestructurar las partes de los materiales de estudio como un todo organizado, formando sus propias conclusiones y personalizando el conocimiento. Es decir, las estrategias heurísticas aplicadas inciden en los estilos de aprendizaje en los estudiantes de geometría analítica.

También se puede observar según los resultados que los estudiantes autorregulan los procesos de aprendizaje. En este sentido, el aprendizaje visto desde una perspectiva autorregulada implica que el alumno debe ser hábil tanto en las actividades de aprendizaje cognitivo como en la coordinación y control de dichas actividades. Esto abarca características como la flexibilidad para abordar los objetivos de aprendizaje previstos, las tareas asociadas, el conocimiento previo y los factores ambientales, como los procesos de regulación del tiempo para ejercer control sobre el propio aprendizaje [22]. Ejemplos de estos procesos reguladores o metacognitivos son la planificación de actividades de aprendizaje, el seguimiento de las acciones en curso, la verificación de los resultados del propio aprendizaje, las actividades de reparación y la evaluación del proceso de aprendizaje. Estos aspectos resumen los procesos heurísticos, algorítmicos y de pensamiento divergente (creativo) en la resolución de problemas matemáticos presente en la geometría analítica.

En cuanto a la regulación externa del aprendizaje, los estudiantes del grupo experimental, cuando se les enseñaron estrategias heurísticas en la resolución de problemas de geometría analítica, presentaron puntuaciones más altas en esta dimensión. Esto ocurre dentro de un contexto en el que el estudiante se deja dirigir según los parámetros de los materiales del curso o del profesor (o de ambos). Los estudiantes con este enfoque necesitan seguir celosamente el curso de acción ofrecido por el texto utilizado o la guía del profesor a partir de preguntas, instrucciones o ejercicios. Es decir, sus actividades de aprendizaje están guiadas por una regulación externa por lo que apenas controlan y verifican su propio progreso [23].

En este sentido, en la administración de clases y enseñanza de estrategias heurísticas en la resolución de problemas de geometría analítica, se debe orientar sistemáticamente al estudiante para que él mismo diagnostique, repare y reflexione sobre sus propios procesos de aprendizaje, buscando autorregular su aprendizaje dado que la regulación externa se relaciona negativamente con la aprobación de exámenes, por lo que sería útil utilizar mecanismos en los que los estudiantes se regulen lo menos posible desde el punto de vista externo en sus procesos de aprendizaje [20].

En cuanto a la Orientación Motivacional al Aprendizaje, el indicador interés personal es la que se destacó según los resultados. Es decir, el estilo de aprendizaje de los estudiantes va de la mano con sus intereses personales. Estos aspectos están asociados a que los estudiantes con su formación profesional buscan aspectos como la autonomía (libertad para controlar/elegir su propio camino), la competencia (capacidad para dominar desafíos ambiciosos) y la relación (construcción de fuertes lazos sociales), que son tres aspectos basados en la teoría de la autodeterminación que sugiere que la satisfacción de las necesidades psicológicas y las necesidades percibidas se basan en estos tres aspectos, lo que se asocia con la capacidad de los estudiantes para mantener su orientación relacionada con sus objetivos (o metas) de aprendizaje [24].

En relación a las concepciones de aprendizaje, el indicador uso del conocimiento es la que se destacó, la cual es un indicador de que el proceso de aprendizaje de un estudiante está influenciado por los conocimientos previos que tiene, tanto sobre el contenido como por las creencias que se tiene sobre el aprendizaje. Además, según la escala Vermunt ILS, este puede verse desde el aprendizaje como adquisición de conocimientos, construcción de conocimientos, uso de conocimientos, Conocimiento por Estimulación y Conocimiento por Cooperación. Según los resultados, los estilos de aprendizaje están de acuerdo con la construcción del conocimiento y el uso del conocimiento. Un curso como geometría analítica sirve de base para el aprendizaje de cursos más avanzados como cálculo integral, cálculo vectorial, entre otros, por lo que los resultados obtenidos corresponden a esas dimensiones. Los alumnos encuestados también reflejan que están por encima de la media ponderada en conocimiento por cooperación. Esto es indicativo de que no tienen tendencia a socializar con sus pares en el proceso de aprendizaje del curso de geometría analítica, lo que sugiere que tienden a trabajar individualmente [25].

El dinamismo en el área de las matemáticas no es una serie de acciones, sino un recorrido que tiene como efecto la solución de un problema dado [26]. Por supuesto que existen diversos modelos para la resolución de problemas desde una perspectiva científica. Sin embargo, es una realidad potencial que los estudiantes muestren limitaciones al momento de abordarlos. Es relevante considerar para cada caso estrategias cognitivas que el alumno aplica con la ayuda del docente. Este proceso tiene elementos clave: el uso de estrategias heurísticas para la autorregulación del proceso y elementos afectivos.

Así mismo, los resultados de la investigación corresponden con el estudio reciente [6], que tuvo como objetivo desarrollar las estrategias heurísticas que posibilitó la ubicación de soluciones de problemas en el aprendizaje de la matemática en el que se logró aumentar la capacidad a un nivel óptimo e incrementar el rendimiento del aprendizaje, haciendo uso de tres tipos de instrumentos basados en planes de gestión del aprendizaje centrados en el enfoque heurístico [5]. Es de real importancia las evidencias de dicha investigación pues permitió revelar que los

estudiantes a los que se les enseñó utilizando la gestión del aprendizaje basado en el enfoque heurístico excedieron los criterios especificados y tuvieron un alto rendimiento de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, también se considera el estudio de [17] el cual examinó los perfiles cambiantes de los estudiantes mientras diseñaban edificios ecológicos en un entorno de diseño asistido por computadora (CAD) basado en simulación. Desarrollar una comprensión de los procesos de autorregulación de los estudiantes en los dominios (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) es vital para la calidad de la educación. Sin embargo, se identificaron tres perfiles distintos, utilizando un enfoque de agrupación orientado a la reflexión, aprendices adaptativos y mínimamente autorregulados. Específicamente, los estudiantes autorregulados adaptativos superaron a los estudiantes autorregulados mínimamente en la integridad del diseño, mientras que los estudiantes autorregulados orientados a la reflexión demostraron una mayor eficiencia de diseño que los estudiantes autorregulados mínimamente. La relación con este estudio es evidente en los resultados ya que proporciona a los investigadores conocimientos teóricos y metodológicos sobre la dinámica del aprendizaje autorregulado [17].

Igualmente es importante resaltar las evidencias del estudio efectuado [2] con respecto a los resultados encontrados en el presente estudio al considerar que las estrategias de discusión empleadas por el profesor influyeron en la participación de los estudiantes al descubrir que los subgrupos de estudiantes con calificaciones finales más bajas en el curso tendían a hablar y escuchar menos en línea, mientras aportaban más mensajes clasificados como interacciones sociales y menos relacionados con el contenido del curso. Los estudiantes en subgrupos con calificaciones finales más altas tendieron a escuchar más en línea y contribuyeron con más mensajes codificados para la construcción de conocimiento [3]. Como resultado, la selección de estrategias de resolución de problemas y regulación afectiva a lo largo del tiempo mejoró en los estudiantes, lo que sugiere tomar en cuenta estrategias de perseverancia e interacción para mejorar la calidad de la interacción entre pares [27].

En este sentido, se muestra en los anteriores estudios la importancia de la regulación del aprendizaje de los estudiantes en las matemáticas universitarias, por lo que es pertinente desarrollar muchas más, dado que actualmente son escasas las investigaciones que abordan la regulación del aprendizaje desde la perspectiva de los estilos de aprendizaje [7]. Partiendo de todas estas evidencias es notoria la necesidad de seguir profundizando y aplicando estrategias heurísticas para la comprensión de los estilos de aprendizaje en las matemáticas y la promoción de aprendizajes regulado al investigar a los mismos estudiantes en entornos de aprendizaje paralelos y pedagógicamente diferentes.

La medición cuantitativa de la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes del II ciclo de la carrera profesional de Educación de Matemática se acompaña de los resultados que indican que los ambientes de aprendizaje se distinguen por el factor que mide la falta de regulación, y que el aprendizaje no regulado es generado por la enseñanza, tareas fuera de alcance que provocan desafíos en el establecimiento de metas e impactan en la motivación. Por el contrario, la correulación del aprendizaje en forma de andamiaje y un entorno social positivo tiene un papel central en el apoyo al aprendizaje regulado [12].

Por otro lado, se presentan los resultados de la implementación de una Plataforma Interactiva para el Aprendizaje del Cálculo (PIAC) siguiendo un diseño instruccional específico, a saber, el Modelo de Unidades Didácticas (MUE), que a su vez rige el diseño, desarrollo e implementación de la plataforma [29]. En dicho estudio participaron dos grupos experimentales y dos grupos de control para un total de 102 estudiantes del curso de Cálculo. Los resultados indicaron una aceptación general del uso del PIAC en clase. Se obtuvo evidencia importante sobre los efectos positivos del uso del PIAC, incidiendo no solo en el rendimiento académico de los estudiantes, sino también en los aspectos motivacionales del proceso de aprendizaje.

Lo antes mencionado tiene concordancia con los resultados de este estudio debido a que la orientación motivacional del aprendizaje se alcanza mediante el interés personal, la autoevaluación y la vocación que tanto estudiantes y docentes estén dispuestos a proporcionar, ya que al estar en sintonía con los propósitos que el área de la matemática persigue se disminuye las dificultades, las concepciones fragmentadas, el bajo conocimiento sobre las habilidades y confianza para alcanzar una meta y un mejor rendimiento académico [28]. Es innegable que las estrategias heurísticas privilegian la parte cognitiva para la solución de los problemas al considerar los conocimientos previos, la construcción de conocimientos, expectativas; y la motivación como elementos determinantes [13] para potenciar los estilos de aprendizajes.

El hecho de que la educación matemática y el conjunto de estrategias generan condiciones favorables para que los estudiantes desarrollen habilidades esenciales como el constructivismo y el asociacionismo de conceptos, datos y procedimientos lógicos procura también el intercambio de palabras [29] fundamental para generar ambientes con alta motivación e interacción que beneficia el proceso de aprendizaje [14], [15]. Al igual, que la perseverancia en la resolución de problemas que contribuye a la comprensión de las matemáticas por medio de la práctica constante [29].

Es de particular relevancia en los actuales momentos estudiar y aplicar estrategias heurísticas no solo para fortalecer competencias matemáticas, sino también para descubrir las creencias matemáticas y el comportamiento matemático en los estudiantes mediante actividades desafiantes [29], [30]. En cuanto a las experiencias educativas, las creencias y el comportamiento matemático deben orientarse hacia enfoques pedagógicos con ideas claras para desarrollar futuras investigaciones.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron determinar que las estrategias heurísticas inciden en los estilos de aprendizajes en los estudiantes de la asignatura geometría analítica de una universidad pública de Perú. Debido a que reflejaron que los estilos de aprendizajes en los estudiantes están dirigidos hacia un procesamiento profundo ya que tienden a relacionar y estructurar su aprendizaje, relacionar las partes entre sí y con el todo, con sus propias experiencias y con los conocimientos previos. También se aprecia una mayor tendencia a la autorregulación de los procesos y resultados del aprendizaje, aunque se acentúan los procesos de regulación externa. Todo proceso de enseñanza-aprendizaje debe estar orientado a que los estudiantes autorregulen sus procesos de aprendizaje.

El interés personal es lo que guía el aprendizaje, lo que sugiere que es el estilo predominante de los estudiantes para mantener su orientación relacionada con los objetivos de aprendizaje del curso de geometría analítica. Los estudiantes conciben el conocimiento como una construcción

y un uso. Esto va de la mano con un curso como el abordado en este estudio, ya que sirve de base para el aprendizaje en cursos más avanzados. En este sentido, los resultados indican que a los estudiantes les gusta trabajar más individualmente.

Finalmente, se puede concluir que mientras más se apliquen estrategias heurísticas mayor es la incidencia en el desarrollo de los estilos de aprendizaje permitiendo valiosos procesos de aprendizaje para generar habilidades de resolución de problemas. Es indiscutible que el empleo de las estrategias heurísticas potencia los estilos de aprendizaje en las matemáticas alcanzando un mejor rendimiento académico, dichas competencias se demuestran por el hecho de que los estudiantes tienen la capacidad de representar ideas adecuadas (heurismos) para encontrar y diseñar nuevos enfoques y respuestas matemáticas desde una perspectiva científica.

VI. REFERENCIAS

- [1] Xu, W. Zhang, L. Hu, X. Zhou, D. (2021). Impactos de las revisiones posteriores a la acción en el rendimiento del aprendizaje matemático. *Aprendizaje y Motivación*, 76, 101765. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2021.101765>.
- [2] DiNapoli, J. Miller, E. (2022). Reconocer, apoyar y mejorar la perseverancia de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos: el papel de los andamios de pensamiento conceptual. *El diario de comportamiento matemático*, 66, 100965. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100965>.
- [3] Eun Lee, J. Recker, M. (2020). Los efectos del uso de estrategias de discusión en línea por parte de los instructores sobre la participación y el rendimiento de los estudiantes en cursos universitarios de introducción a las matemáticas en línea. *Informática y Educación*, 162, 104084. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104084>.
- [4] Bernate, J. A., & Vargas Guativa, J. A. (2020). Desafíos y tendencias del siglo XXI en la educación superior/ Challenges and trends of the 21st century in higher education. *Revista De Ciencias Sociales*, 26, 141-154. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i0.34119>.
- [5] Güner, P., Erbay, HN (2021). Los estilos de pensamiento y las habilidades de resolución de problemas de los futuros profesores de matemáticas. *Habilidades de pensamiento y creatividad*, 40, 100827. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100827>.
- [6] Medina Pérez, V. H., & Pérez Azahuanche, M. A. (2021). Influencia de las estrategias heurísticas en el aprendizaje de la matemática. *INNOVA Research Journal*, 6(2), 36–61. <https://doi.org/10.33890/innova.v6.n2.2021.1672>.
- [7] Di Leo, I. Muis, K. (2020). Confundido, ¿ahora qué? Una intervención de Entrenamiento de Estrategia Cognitivo-Emocional (CEST) para estudiantes de primaria durante la resolución de problemas matemáticos. *Psicología Educativa Contemporánea*, 62, 101879. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101879>.
- [8] Liu, T. Israel, M. (2022). Descubriendo los procesos de resolución de problemas de los estudiantes en entornos de aprendizaje basados en juegos. *Informática y Educación*, 182, 104462. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104462>.
- [9] Bosica, J. Pyper, J. MacGregor, S. (2021). Incorporación del aprendizaje basado en problemas en un curso de formación de profesores de matemáticas para estudiantes de secundaria. *Enseñanza y Formación Docente*, 102, 103335. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103335>.
- [10] Buentello- Montoya, D. Plascencia, M. Herrera, L. (2021). El papel de las tecnologías potenciadoras de la realidad en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Informática e ingeniería eléctrica*, 94, 107287. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107287>.
- [11] Simón, M. (2022). Contribuciones del marco teórico del aprendizaje a través de la actividad a la comprensión y uso de manipulativos en el aprendizaje y la enseñanza de conceptos matemáticos. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 100945. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100945>.
- [12] Lahdenperä, J. Ramö, J. Postareff, L. (2022). Entornos de aprendizaje centrados en el estudiante que apoyan a los estudiantes de matemáticas de pregrado para aplicar el aprendizaje regulado: un enfoque de métodos mixtos. *Revista de comportamiento matemático*, 66, 100949. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100949>.
- [13] Barbier, K. Struyf, E. Donche, V. (2022). Creencias de los docentes y prácticas educativas con alumnos de alta capacidad. *Enseñanza y Formación Docente*, 109, 103566. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103566>.
- [14] Tong, D. Uyén, B. Quoc, N. (2021). La mejora de las habilidades de comunicación matemática de los estudiantes de décimo a través del aprendizaje de temas de elipse. *Heliyon*, Volumen 7(11), e08282. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08282>.
- [15] Ying, H. Shi, L. Ala, W. Tam, Y. Lu, G. (2020). Vinculación de los ambientes de las aulas de matemáticas universitarias con el rendimiento de los estudiantes: la mediación de las creencias matemáticas. *Estudios en Evaluación Educativa*, 66, 100905. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2020.100905>.
- [16] Bond, M. (2020). Facilitar la participación de los estudiantes a través del enfoque de aprendizaje invertido en K-12: una revisión sistemática. *Informática y Educación*, 151, 103819. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103819>.
- [17] Lai, H. (2021). Comprender qué determina el compromiso conductual de los estudiantes universitarios en un contexto de aprendizaje invertido basado en grupos. *Informática y Educación*, 173, 104290. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104290>.
- [18] Hernández-Sampieri, C. Fernández-Collado & P. Baptista-Lucio. *Metodología de la investigación* (6.ta ed.). 2014. Mc Graw Hill. Interamericana Editore.
- [19] Vermut, J.D..1996. Metacognitive, cognitive and affective aspects of learning styles and strategies: a phenomenographic analysis. *Higher Education*, 31, 25 – 50.
- [20] Martínez-Fernández, JR, García-Ravidá, L., González-Velázquez, L., Gutiérrez-Braojos, C., Poggioli, L., Ramírez-Otálvaro, P., & Tellería, MB (2009). *Inventario de Estilos de Aprendizaje en español*. Documento interno del Grup de Recerca PAFIU. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en: <http://grupsderecerca.uab.cat/pafiu/>.
- [21] Tiong, YSJ, Hedberg J. y Lioe LT (2005). Un enfoque metacognitivo para apoyar la solución heurística de problemas matemáticos. Documento presentado en la Conferencia Internacional sobre Educación, Rediseño de la pedagogía: investigación, política, práctica, 30 de mayo - 1 de junio de 2005. Singapur: Instituto Nacional de Educación.
- [22] Eisenmann P., Novotná J., Příbyl J., Břehovský, J. Developing a culture of problem solving with high school students through heuristic strategies. *Math Ed Res J* 27, 535–562 (2015). <https://doi.org/10.1007/s13394-015-0150-2>.
- [23] Căprioară, D. (2015). Problem Solving - Purpose and Means of Learning Mathematics in School. *Procedia. Social and Behavioral Sciences*. Volume 191, pp. 1859-1864. ISSN 1877-0428. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.332>.
- [24] Janke, S. (2022). Dame libertad o verás decaer mi motivación: Necesidades psicológicas básicas y el desarrollo de la orientación a metas de aprendizaje de los estudiantes. *Aprendizaje y Diferencias Individuales*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102158>.
- [25] Cuba Educa. (2015). Programa Heurístico General de Matemática. Portal Educativo Cubano. La Habana Cuba.

- [26] Tambunan, H. (2018). Impact of Heuristic Strategy on Students' Mathematics Ability in High Order Thinking. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(3), 321- 328. <https://doi.org/10.12973/iejme/3928>.
- [27] Dao, P. (2020). Efecto de la instrucción de la estrategia de interacción en la participación del alumno en la interacción entre pares. *Sistema*, 91, 102244. <https://doi.org/10.1016/j.system.2020.102244>.
- [28] Li, S. Chen, G. Xing, W. Zhenga, J. Xieb, C. (2020). Agrupación longitudinal de los comportamientos de aprendizaje autorregulados de los estudiantes en diseño de ingeniería. *Informática y Educación*, 153, 103899. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103899>.
- [29] Francisco, J. Maher, C. Wilkinson, L. Alston, A. Krupnik, V. (2021). Cambios de paradigma en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas: el legado de Robert B. Davis, editor fundador: *The Journal of Mathematical Behavior*, 63, 100874. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100874>.
- [30] Sáenz Mass, E., Patiño Garcés, M., & Robles González, J. (2018). Development of mathematical competences in geometric thinking, through Polya's heuristic method. *Panorama*, 11(21), 52–67. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v11i21.1055>.