

**30. INCIDENCIA DE ESTRATEGIAS
METACOGNITIVAS EN LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS MATEMÁTICOS
INCIDENCE OF METACOGNITIVE
STRATEGIES IN SOLVING MATHEMATICAL
PROBLEMS**

Charnylsen Jesus Celada Pestana⁵²

Fecha recibida: 26/09/2022

Fecha aprobada: 17/12/2022

Derivado del proyecto: *Incidence de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos*

Pares evaluadores: *Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES.*

⁵² *Licenciado en Matemáticas, Universidad de Sucre, Maestrante en Educación, SUE Caribe, Universidad de Sucre, Profesional Universitario adscrito a la Vicerrectoría Académica, Universidad de Sucre, correo electrónico: charnylsen.celada@unisucre.edu.co*

RESUMEN

Esta investigación se centra en los bajos resultados que obtienen los estudiantes del programa de Administración de Empresas de la Universidad de Sucre en la competencia de resolución de problemas matemáticos. Su objetivo general es evaluar la incidencia del uso de las estrategias metacognitivas en dicha competencia. La metodología fue de tipo cuantitativa con un diseño cuasiexperimental, en el cual se interviene el grupo experimental y se comparan sus resultados de las medidas del pretest y postest con el grupo de control; los datos son tomados a través de un cuestionario compuesto por 14 preguntas extraídas de las pruebas SABER, las cuales comprenden 3 indicadores (diseña, ejecuta y resuelve) y 3 niveles de complejidad (I, II y III). Se complementa con un estudio de carácter cualitativo del tipo estudio de caso, en el cual se indaga sobre las estrategias metacognitivas empleadas cuando se resuelven situaciones problema. Los resultados muestran que el grupo experimental obtiene mejores puntajes, sin embargo, para el indicador ejecuta y niveles de dificultad II y III este incremento no es estadísticamente significativo, como si sucede con los indicadores Diseña y Resuelve y nivel de dificultad I. Estos resultados corroboran que las estrategias metacognitivas mejoran el desempeño en la competencia de resolución de problemas, ya que propicia el desarrollo de habilidades orientadas a la planeación, control y evaluación de las estrategias.

PALABRAS CLAVE: *Estrategias metacognitivas, Metacognición, Resolución de problemas.*

ABSTRACT

This research focuses on the low results obtained by students of the Business Administration program of the University of Sucre in the competition of mathematical problem solving. Its general objective is to evaluate the incidence of the use of metacognitive strategies in said competence. The methodology was quantitative with a quasi-experimental design, in which the experimental group is involved and their results of the pretest and posttest measurements are compared with the control group; The data is collected through a questionnaire made up of 14 questions taken from the tests SABER, which include 3 indicators (design, execute and solve) and 3 levels of complexity (I, II and III). It is complemented with a qualitative study of the case study type, in which the metacognitive strategies used when problem situations are solved are investigated. The results show that the experimental group obtains better scores, however, for the executes indicator and difficulty levels II and III this increase is not statistically significant, as it happens with the Design and Solve indicators and difficulty level I. These results corroborate that metacognitive strategies improve performance in problem-solving skills, since it promotes the development of skills aimed at planning, control and evaluation of strategies.

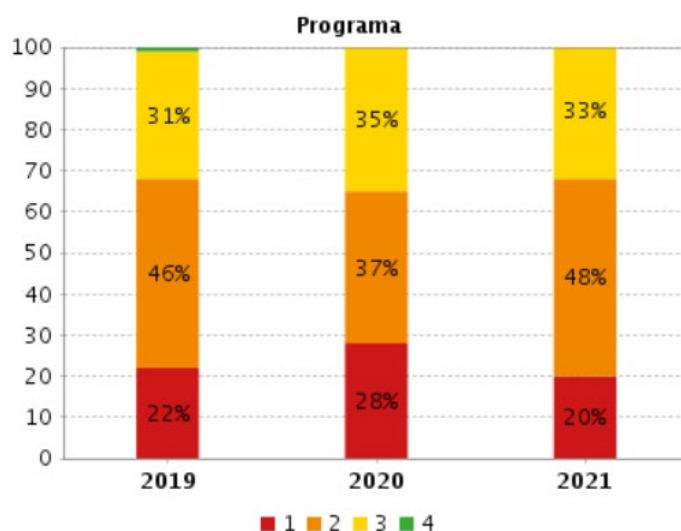
KEYWORDS: *Metacognitive strategies, Metacognition, Problem solving.*

INTRODUCCIÓN

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES es encargado de evaluar las competencias que deben adquirir los estudiantes de este país en cada uno de los niveles educativo. Para el caso de la educación superior este organismo evalúa cinco competencias genéricas (Comunicación escrita, Razonamiento cuantitativo, Lectura crítica, Competencias ciudadanas e inglés) y competencias específicas de saber de los grupos de referencia. De esta evaluación se genera para cada estudiante, programa de formación e Institución de Educación Superior IES un nivel de desempeño alcanzado según sea el puntaje obtenido.

Los niveles de desempeño en la competencia de razonamiento cuantitativo obtenidos por los estudiantes del programa de Administración de Empresas de la Universidad de Sucre se presentan en la figura 1.

Figura 1. Niveles de desempeño obtenidos por los estudiantes del programa de Administración de Empresas



Tomado de reporte de resultados por programa académico Saber Pro.

El ideal del ICFES para las IES es que la mayoría de sus estudiantes presenten un desempeño en el nivel 3. Esto quiere decir, que sean capaces de:

Extraer información implícita contenida en representaciones no usuales asociadas a una misma situación y provenientes de una única fuente de información, capaces de

argumentar la validez de procedimientos, y resolver problemas utilizando modelos que combinan procedimientos aritméticos, algebraicos, variacionales y aleatorios”. (ICFES, 2018, p.1).

Para el caso del programa de Administración de Empresas solo el 35% de los estudiantes logran alcanzar este nivel de desempeño.

Por otra parte, El módulo de competencias genéricas es traducido por Afirmaciones en desempeños que permiten dar cuenta del significado y alcance de los puntajes obtenidos por los estudiantes. Para el caso de la competencia de razonamiento cuantitativo se han establecido tres afirmaciones, de las cuales se ha puesto la atención en la siguiente: “Afirmación 2: Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas” (ICFES, 2016, p.5), por la relación que establece con la competencia matemática de resolución de problemas. La figura 2 presenta el porcentaje de respuestas incorrectas de los estudiantes del programa de Administración de Empresas de la Universidad de Sucre en la afirmación mencionada anteriormente.

Figura 2. Porcentaje de respuestas incorrectas por la afirmación 2

Afirmación	Año	Programa	Institución	Sede	Grupo de referencia NBC **
Frente a un problema que involucre información cuantitativa, plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.	2021	45%	43%	43%	47%
	2020	49%	44%	44%	49%
	2019	49%	43%	43%	49%

Rangos

- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es menor al 20% se asigna el color verde.

- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 20% y menor al 40% se asigna el color amarillo.

- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 40% y menor al 70% se asigna el color naranja.

- Si el porcentaje promedio de respuestas incorrectas es mayor o igual al 70% se asigna el color rojo.

Tomado de reporte de resultados por programa académico Saber Pro.

La situación ideal del ICFES para las IES establece que menos del 20% de las respuestas asociadas a la afirmación estén erradas y que los estudiantes evidencien ser capaces de diseñar planes para la solución de problemas que involucren información

cuantitativa o esquemática, ejecutar un plan de solución para un problema que involucra información cuantitativa o esquemática y resolver un problema que involucra información cuantitativa o esquemática. Para el caso del programa de Administración de Empresas se aleja de este ideal al no presentar durante los últimos años que los estudiantes se equivocaron entre 20% y 40% en sus respuestas, por el contrario, el promedio del porcentaje de respuesta erradas de los últimos años es del 47,6%. quiere decir que los estudiantes responden de manera errónea a la mitad de las preguntas formuladas para esta afirmación y no alcanzan los resultados esperados.

Todo esto pone en evidencia que los estudiantes frente a la competencia que involucra la resolución de problemas obtienen bajos niveles de desempeño. Estos resultados según Iriarte (2010) se presentan de igual forma en pruebas que se aplican en los distintos niveles de educación básica y media. Así se está frente a una problemática presente en todos los niveles educativos y que una de las causas posibles estaría relacionada con la didáctica que se emplea en la enseñanza por parte del docente y en las estrategias de aprendizaje empleadas por los aprendices.

Esta problemática relacionada con los resultados de las pruebas SABER PRO no es nueva para el programa de Administración de Empresas, una investigación realizada por De la Ossa y Fúnez (2011), llamaba la atención sobre la forma en como los resultados de la prueba SABER PRO hasta el año 2010 venían disminuyendo y exhortaba la necesidad de establecer acciones pedagógicas y didácticas que aportaran al mejoramiento de los resultados. Se establecía que los estudiantes de primer semestre del programa hacen mayor uso de las estrategias “atención a las demandas de las tareas y monitorización de la efectividad” (p.122) y que las estrategias de los enfoques profundo y estratégico no presentaban evolución positiva.

Las estrategias metacognitivas han sido propuestas por distintos investigadores como acciones didácticas que aportan al mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes y permiten superar barreras en el aprendizaje. El objetivo de estas investigaciones se relaciona con evaluar la incidencia del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas o en competencias relacionadas con el saber matemático (Acosta, Bravo, Campo y Fontalvo, 2011; Moreno y Daza, 2014; Mato-Vásquez, Espiñeira y López-Chao, 2017). Otros investigadores por su parte han implementado las estrategias metacognitivas en

la enseñanza de ciencias distintas a las matemáticas (Tamayo, Cadavid y Montoya, 2019). Enuncian los investigadores los postulados de Flavell, Bruner, Martí, Bandura entre otros autores para conceptualizar la metacognición y la autorregulación y las categorías que pertenecen a cada una de ellas; así mismo se enuncian los referentes teóricos, entre ellos los que plantea Martí (1995): La teoría del procesamiento de la información, la teoría de Piaget y la teoría de Vygotsky.

Esta revisión permite conocer sobre el estado de la investigación actual, saber que se han implementado metodologías con enfoque cualitativo, cuantitativo y mixto. Además, permite ver que se muestran hallazgos positivos en su gran mayoría relacionados con los resultados de la implementación de estrategias metacognitivas en el aprendizaje, niveles altos de incidencia y correlación de la metacognición, autorregulación y aprendizaje; se cuenta con recomendaciones dadas, tales como: estudio de la temporalidad de los resultados obtenidos, procurar que la actividad metacognitiva se mantenga a lo largo del tiempo y no solo durante el desarrollo de la investigación, procurar la implementación de estrategias metacognitivas en distintas áreas del saber. Recomendaciones que han servido y servirán para el desarrollo de esta y de futuras investigaciones.

Planteada la problemática y aproximaciones sobre el estado de la investigación actual se hace pertinente abordar el propósito de este trabajo. Se establece como objetivo general evaluar la incidencia que tiene el uso de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de primer semestre del programa de Administración de Empresas. Las variables que se relacionan son: intervención a través de un programa que fomenta el uso de estrategias metacognitivas (variable independiente) y desempeño en la competencia de resolución de problemas (variable dependiente). Como hipótesis se considera que la intervención con el programa incide positivamente en el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos.

Metacognición

Las nuevas concepciones de instrucción y aprendizaje han recibido el aporte de la metacognición como una de las áreas que más contribuye a su configuración (Mateos, 2001); en la medida que la concepción de aprendizaje se ha ido sustentando en las nociones

constructivistas, la conciencia del sujeto sobre su propio aprendizaje ha venido tomando un papel más protagónico (Glaser, 1994 en Osses y Jaramillo, 2008). El término metacognición fue acuñado según Iriarte (2010) por Jhon H. Flavell en la década de los setenta, con el fin de definir al conocimiento sobre cómo conocemos (conocer el propio conocimiento). Flavell (1976, en Iriarte, 2010) define la metacognición como

el conocimiento que uno tiene sobre los propios procesos y productos cognitivos o cualquier otro asunto relacionado con ellos... Entre otras cosas se refiere a la supervisión activa y consecuente regulación y organización de estos procesos en relación con los objetivos sobre los que actúan, normalmente al servicio de una meta u objetivo concreto” (p.65).

Así se concibe la metacognición como el conocimiento que un sujeto tiene sobre su conocimiento.

Para Bruner (1995) en Ullauri y Ullauri (2018) la metacognición es una habilidad que permite al sujeto pensar sobre su pensamiento y le posibilita la conciencia sobre la situación para resolverla, el autor indica además tres niveles de pensamiento existentes: primero los que son innatos, donde se encuentran los procesos básicos de pensamiento, segundo se encuentra la capacidad de recuerdo y estrategias que permiten la alfabetización cultural y en el tercer nivel están los procesos y estrategias de pensamiento que son evocadas de manera consiente, siendo estos últimos donde se desarrolla la metacognición. Para Mateos (2001), la metacognición es entendida como el conocimiento que tiene y el control que ejerce el individuo sobre su propia actividad cognitiva, también denominada como función ejecutiva, la cual se refiere a los procesos de supervisión o autoevaluación que se hacen sobre el propio conocimiento y la actividad cognitiva, cuando se llevan a cabo tareas de aprendizaje o de solución de problemas, como procesos de regulación de esa misma actividad.

Así se puede decir, que un estudiante es metacognitivo cuando tiene conciencia de sus procesos (percepción, atención, comprensión y memoria), sus estrategias cognoscitivas (ensayo, elaboración, organización y estudio) y ha desarrollado habilidades para controlarlas y regularlas (Mato-Vázquez et al, 2017).

Estrategias Metacognitivas

Las estrategias metacognitivas permiten al aprendiz la toma de conciencia de su proceso de aprendizaje y así la capacidad de autorregularse y supervisar las variables de tarea, persona y estrategias, incluyendo la planificación, el control, el monitoreo y la revisión. (Moreno y Daza, 2014). Para Lamas (2008) hay tres procesos relacionados con las estrategias metacognitivas: la *planificación* contribuye a la activación de conocimientos previos con los cuales el estudiante puede organizar y comprender de mejor manera, la evaluación de la tarea y el cuestionamiento constante sobre la lectura configuran el *control* y por último la *regulación* de las actividades que parten del control previo y ajustan continuamente las acciones cognitivas.

La función principal de las estrategias metacognitivas es proporcionar a los sujetos información sobre la tarea que se ha iniciado y el progreso que se logra con ella (Gil, 2001) lo cual les genera un beneficio, dado que les ayuda a centrarse no solo en el resultado, sino a ser conscientes de sus procesos de pensamiento y así optimizarlos.

Resolución De Problemas

Respecto al concepto de resolución de problemas existen distintas maneras de definirse, Bahamonde y Vicuña (2011) consideran que es el proceso de trabajo, al que por medio de detalles se intenta llegar a una solución. Para Leal y Bong (2015) en el aula es un proceso cognitivo, una estrategia y un contenido conceptual, en la medida que hace parte integral del aprendizaje de las matemáticas, a la vez que es también una forma de enseñar y por último se dota de conceptos, procedimientos y actitudes con entidad propia. Estos conceptos o contenidos para Echenique (2006) cobran sentido cuando existe la necesidad de ser aplicados para poder llegar a resolver una situación problemática. Así como existen distintas formas de definir la resolución de problemas, existen distintos procesos propuestos para resolver un problema. La tabla 1 presenta las fases de distintos procesos de solución de problemas empleados en esta investigación (Polya, 1965, Mayer, 2002 en Tárraga, 2008, Sternberg, 1986 en Rojas, 2010 y Brandsford y Stein (1986) en Piñero et al, 2015).

Tabla 1. Adaptado de modelo de resolución de problemas

Modelos de solución de problemas				
	Polya	Mayer	Sternberg	Brandsford Y Stein
Fases	a. Comprender el problema	a. Traducción de problema	a. Identificación de problemas	a. Identificación del problema
	b. Concebir un plan	b. Integración del problema	b. Definición del problema	b. Definición y representación del problema
	c. Ejecutar el plan	c. Planificación de la solución y supervisión	c. Exploración de posibles estrategias de solución	c. Escoger una estrategia de solución y elaborar un plan
	d. Examinar la solución obtenida	d. Ejecución de la solución	d. Descomposición de problema en subproblemas más manejables	d. Actuar según el plan
			e. Definición clara del cambio que se quiere alcanzar	e. Logros
			f. Monitorización	
			g. Evaluación	

Fuente: Elaboración propia.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realiza principalmente desde el enfoque cuantitativo a través de un diseño cuasi experimental. Se cuenta con grupo experimental conformado por 38 estudiantes de primer semestre del programa de Administración de Empresas y grupo de

control conformado por 42 estudiantes del programa de Economía; los cuales no son seleccionados ni conformados de forma aleatoria, sino por conveniencia del investigador. La investigación se complementa con un estudio de carácter cualitativo del tipo estudio de caso, por medio del cual se indaga sobre las estrategias metacognitivas que emplean los estudiantes al momento de resolver una situación problema.

Los datos objetos de análisis se recolectan por medio de cuestionario atendiendo al cumplimiento de los objetivos y del diseño de investigación seleccionado. Para la validación de la hipótesis, se utiliza un cuestionario denominado Instrumento de Evaluación (pretest y postest) compuesto por 14 ítems con preguntas cerradas de selección múltiple con única respuesta verdadera, el cual es validado por expertos según los criterios de: suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. Se realiza una prueba piloto al instrumento inicial el cual consta de 18 preguntas y se analizan los resultados con el estadístico alfa de Crombach encontrando que el instrumento tiene confiabilidad (alfa = 0.608). Se ajusta el instrumento hasta alcanzar el alfa de 0.803, quedando compuesto por 14 ítems. A los datos recopilados se hace un análisis de con el estadístico T de studen con el cual se pone a prueba las hipótesis o supuestos planteados; para esto se emplea el software SPSS versión 22, estableciendo la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas inter e intra grupos.

Entre la aplicación del pretest y postest a los grupos se realiza la intervención al grupo experimental. Esta intervención se fundamenta en dos elementos importantes a) el programa de instrucción SRSD (Self- Regulation Strategy Development), diseñado por Harris y Graham (1982, citado en Harris, Graham y Mason, 2003) aplicable a distintas áreas, incluidas matemáticas y lectura y b) el programa de entrenamiento en estrategias cognitivas y metacognitivas propuesto por Marjorie Montague y adaptado por Tárraga (2008). Para esto se desarrollan 11 sesiones en las cuales se socializa a los estudiantes en qué consisten las estrategias metacognitivas y los distintos métodos de resolución de problemas. Se les plantean situaciones problemas en las que se pretende fomentar el uso de estas estrategias en su resolución. La tabla 2 presenta una síntesis del programa de intervención.

Tabla 2. Síntesis del Programa de Intervención.

SÍNTESIS DEL PROGRAMA DE INTERVENCIÓN BASADO EN ESTRATEGIAS METACOGNITIVAS

MODELADO COGNITIVO

Este proceso se compone de tres fases: en la primera de ella el docente instruye sobre los procesos de resolución de problemas y estrategias metacognitivas, muestra cómo resolver un problema indicando los pasos que sigue para llegar a la solución. En la segunda fase docente y estudiantes comparte el rol de guía en la resolución de los problemas y en la tercera fase los estudiantes son los responsables por la resolución de un problema.

Fase de la intervención / Descripción	INSTRUCCIÓN EXPLICITA DE LAS ESTRATEGIAS	PRÁCTICA GUIADA	PRÁCTICA INDEPENDIENTE
Resumen de la fase	<p>Se presentan los distintos procesos de resolución de problema que aborda el programa.</p> <p>Socialización de los conceptos relacionados a cognición y metacognición e instrucción sobre estrategias metacognitivas.</p> <p>El docente resuelve situaciones problemas haciendo énfasis en dos elementos importantes:</p> <p>a) saberes asociados a los componentes declarativos y proceduales respecto a la persona, tarea y las estrategias.</p> <p>b) planeación, control y evaluación de las estrategias empleadas en la resolución de una tarea.</p>	<p>El docente emplea una guía con cuestionamientos que ayudan de forma progresiva al estudiante a comprender el problema, planear una estrategia de solución, controlar la ejecución del plan y evaluar la eficacia del plan implementado.</p>	<p>En esta fase el docente plantea situaciones problemas y los estudiantes resuelven de forma independiente y auto dirigida, los compañeros sirven de evaluadores de las tareas resueltas</p>
Objetivo de las	<p>Propiciar en los estudiantes el conocimiento sobre los</p>	<p>Que los estudiantes asimilen los contenidos teóricos de las estrategias</p>	<p>Promover la realización de tarea de forma independiente e</p>

estrategias empleadas	procesos de resolución de problemas y las estrategias metacognitivas que pueden emplear para resolver de forma efectiva una tarea.	metacognitivas, los pongan en práctica y puedan ser ligados a la memoria para su posterior recuperación en la solución de situaciones similares.	integración de la regulación por pares como elementos para la resolución de las tareas.
Duración y manejo dentro del grupo	Esta fase se desarrolla en tres encuentros y se trabaja de manera individual.	Se desarrolla en dos encuentros y se trabaja de forma individual y grupal.	Se desarrolla en dos encuentros y el trabajo de forma grupal.

Fuente: Elaboración propia.

Ahora, en cuanto a la técnica de recolección de datos implementadas en el estudio de caso que complementa el diseño cuasiexperimental, se ha considerado test, cuestionario y entrevista semiestructurada para la recolección de los datos. El test que se propone, denominado *Inventario de Conciencia Metacognitiva (M.A.I)* asigna a los estudiantes un índice de conciencia metacognitiva, este índice es tenido en cuenta para seleccionar los tres estudiantes: 1 con baja conciencia metacognitiva, 1 con media y 1 con alta conciencia. El cuestionario que se utilizan denominado *Protocolos de los problemas* está compuesto por preguntas abiertas, en él se pide a los estudiantes que escriban en detalle la forma en la cual resuelven problemas matemáticos, para conocer las estrategias metacognitivas y los pasos empleados durante la resolución de un problema (sistematización de las respuestas). Se emplea una rúbrica de evaluación diseñada con una escala nominal de tipo dicotómica en la cual se escribe la ausencia o evidencia de estrategias metacognitivas empleadas por los estudiantes, según lo escrito en *Protocolos de los problemas* y descrito en la entrevista semiestructurada.

RESULTADOS

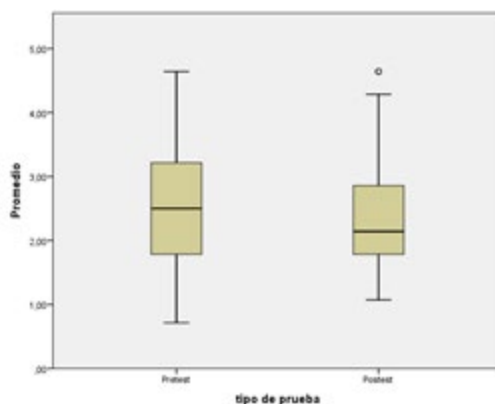
Para la comprobación que los grupos inicialmente eran equiparables en algunas variables de control (edad y género), se puso a prueba la igualdad mediante el análisis T-Student (edad) y Chi cuadrado (Género) comprobando que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Para la evaluación de los efectos de la intervención se evalúa inicialmente la equivalencia de los grupos control y experimental en

el desempeño en la competencia de resolución de problemas obtenido a través de la aplicación del pretest, encontrando ($t= -3,022$; $p= 0,003$) que existe diferencia estadísticamente significativa y que el grupo de control obtiene mejores resultados ($x=3,26$) que el grupo experimental ($x=2,52$). Posteriormente se realiza el análisis comparando las medidas del pretest y postest de los grupos para establecer la existencia de diferencias estadísticamente significativas intragrupo en los grupos y extragrupo del grupo experimental respecto al grupo de control. Todos los análisis estadísticos fueron realizados en el paquete SPSS Versión 22.

Análisis intra-grupo de resultados pretest – postest grupo de Control

El análisis de los resultados con el estadístico T de student ($t= 4.307$ $p=0.000$), muestra que hay diferencias estadísticamente significativas. Aunque estas diferencias no precisan que los estudiantes hayan mejorado su desempeño, por el contrario, obtuvieron resultados inferiores a los obtenidos en el pretest, como se aprecia en la figura 3.

Figura 3. Comparación resultados del pretest y postest grupo de control

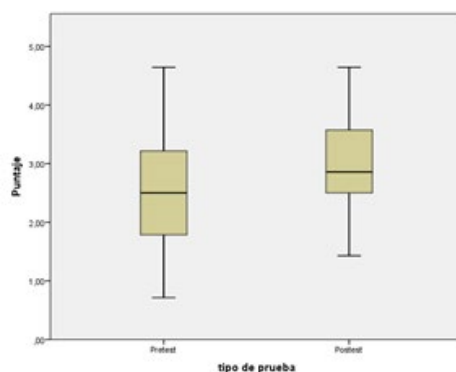


Fuente: Resultados SPSS Versión 22

Análisis Intra-Grupo de Resultados Pretest – Postest Grupo Experimental

Se realiza el análisis con el estadístico t de student ($t= -2.502$ $p=0,015$), encontrando que existen diferencias estadísticamente significativas entre la medida del pretest y postest. Según la figura 4 se observa que el puntaje de los estudiantes mejora luego de la intervención

Figura 4. Comparación resultados del pretest y postest grupo experimental



Fuente: Resultados SPSS Versión 22

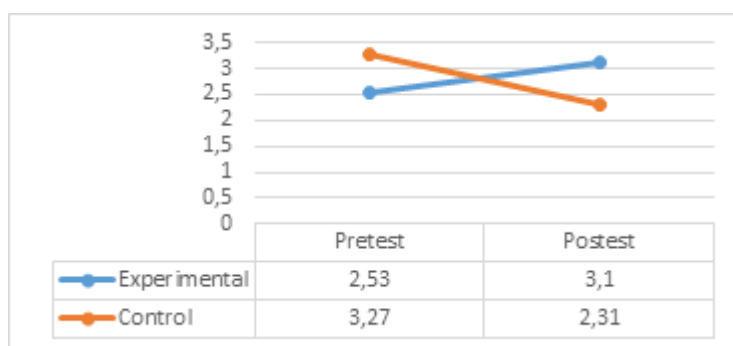
Teniendo en cuenta que el grupo presenta diferencias estadísticamente significativas entre la medida pretest y postest, se procede a realizar el análisis para cada uno de los indicadores de desempeño de las situaciones con el fin de analizar los cambios que presentan los estudiantes.

- Indicador de desempeño 1: De acuerdo con el análisis se encuentra que el desempeño de los estudiantes en cuanto al diseño de planes para la solución de problemas que involucran información cuantitativa o esquemática mejora posterior a la intervención. Aunque la diferencia entre la medida del pretest y postest no es estadísticamente significativa ($t = -1,711$ y $p = 0,091$).
- Indicador de desempeño 2: Se encuentra que existe diferencia estadísticamente significativa en los resultados obtenidos antes y después de la intervención ($t = -3,283$ y $p = 0,002$) en el indicador resuelve problemas que requieren realizar múltiples operaciones o aproximaciones como parte del proceso de solución. Dicha diferencia se precisa en el aumento de los puntajes obtenidos por los estudiantes (media pretest = 1.95 - media postest = 3.07)
- Indicador de desempeño 3: no se establecen diferencias estadísticamente significativas para este indicador ($t = -3,283$ y $p = 0,435$). Posterior a la intervención se encontró que los estudiantes siguen presentando dificultades a la hora de resolver problemas que involucra información cuantitativa o esquemática.

Análisis Entre-Grupo de los Resultados del Postest.

Para los grupos la prueba arrojó como resultado que existen diferencias estadísticamente significativas ($t= 3,931$ y $p=0,000$). En la figura 5 se observa que el grupo de control obtiene mejores resultados que el grupo experimental cuando se aplica el pretest, pero trascurrido el tiempo de la intervención el puntaje promedio del grupo experimental aumenta respecto a si mismo y supera el promedio del grupo de control el cual obtuvo un puntaje inferior al obtenido en el pretest.

Figura 5. Comparación resultados del pretest y postest grupo de control y grupo experimental



Fuente: Resultados SPSS Versión 22

Teniendo en cuenta que los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas en la medida postest, se procede a realizar el análisis para cada uno de los indicadores y niveles de desempeño, con el fin de establecer si existe diferencias estadísticamente significativas respecto a cada uno de ellos. Estos resultados se presentan en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Contraste de resultados del postest entre-grupo en indicadores y niveles de complejidad

Indicador/Nivel de complejidad	prueba t para la igualdad de medias		
	t	gl	Sig. (bilateral)
Diseña	3,156	71	,002

Ejecuta	1,854	71	,068
Resuelve	4,211	71	,000
Nivel I	-4,767	71	,000
Nivel II	-1,297	71	,199
Nivel III	-2,063	71	,043

Fuente: Resultados SPSS Versión 22

Tabla 4. Resultados descriptivos del postest entre-grupo en indicadores y niveles de complejidad

Indicador/Nivel de complejidad	Grupo	N	Media	Desviación estándar
Diseña	Experimental	37	3,05	,86
	Control	36	2,36	1,01
Ejecuta	Experimental	37	3,09	,87
	Control	36	2,56	1,49
Resuelve	Experimental	37	3,09	,87
	Control	36	2,05	1,21
Nivel I	Experimental	37	25,94	18,17
	Control	36	49,44	23,65
Nivel II	Experimental	37	37,83	33,48
	Control	36	47,22	28,03
Nivel III	Experimental	37	48,19	26,86
	Control	36	60,64	24,60

Fuente: Resultados SPSS Versión 22

Como se puede observar existen diferencias estadísticamente significativas en los indicadores diseña ($t= 3,156$ y $p=0,002$) y resuelve ($t= 4,211$ y $p=0,000$) y los niveles de complejidad I ($t= -4,767$ y $p=0,000$) y III ($t= -2,063$ y $p=0,043$), para una significancia del 5%. Por su parte, para el indicador ejecuta y nivel de complejidad II no se establecen diferencias estadísticamente significativas, con el mismo valor de significancia.

Resultados Cualitativo de Forma Gráfica de los Estudiantes

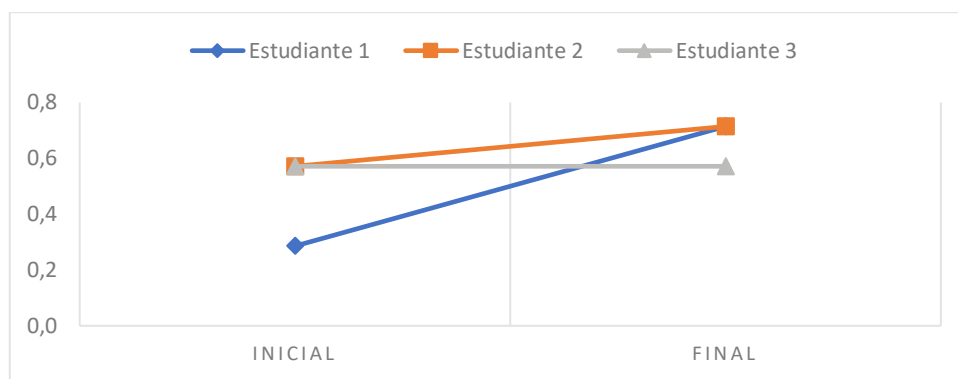
Para el análisis de los resultados de carácter cualitativo, se ha empleado una rúbrica en la cual se indica la ausencia o presencia de indicadores relacionados con procesos metacognitivos: a) definición y representación del problema, b) planeación, c) control y d) evaluación.

Nota: para cada componente se establece la fracción que corresponde al cociente entre en número de aspectos que logra el estudiante y el número total de aspectos que se evalúan dentro del componente.

Definición y representación del problema

Según la figura 6 los estudiantes 1 y 2 que corresponden a los participantes con bajo y medio índice de conciencia metacognitiva aumentan el uso de las estrategias metacognitivas durante el proceso al momento definir y comprender una situación problema. Por su parte el estudiante 3, quien obtuvo una puntuación alta del MAI empleó el mismo número de estrategias antes y después de la intervención.

Figura 6. Resultados antes y después categoría Definición y representación del problema estudiante 1, 2 y 3

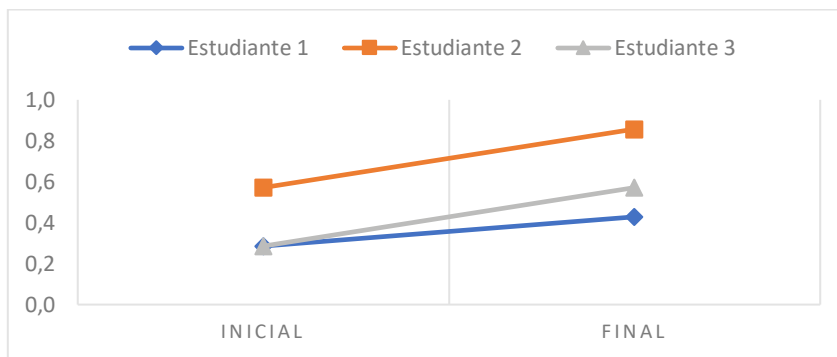


Planeación

En cuanto a la planeación, se observa (figura 7) que los tres estudiantes aumentaron el número de estrategias metacognitivas empleadas al momento de planear las estrategias

para resolver el problema, aunque se precisa que los estudiantes 2 y 3 aumentaron en mayor proporción el número de estrategias que el estudiante 1.

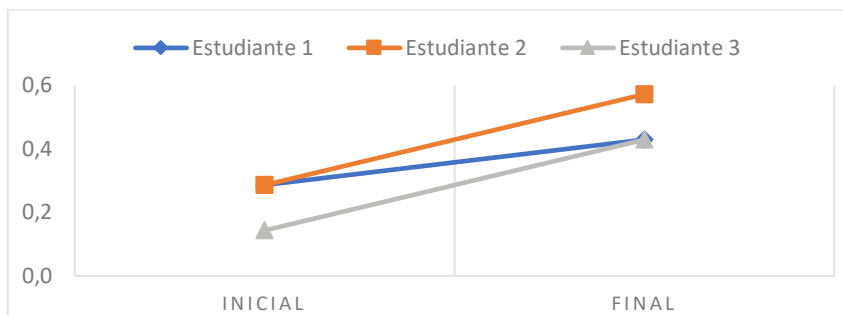
Figura 7. Resultados antes y después categoría Planeación estudiante 1, 2 y 3



Control

De acuerdo a la figura 8 los 3 estudiantes aumentan el número de estrategias metacognitivas empleadas mientras resuelven una situación problema, los estudiantes 2 y 3 aumentan en mayor proporción este número, siendo el estudiante 3 el que menos estrategias empleaba antes de la intervención y el estudiante 2 resulta ser el que más estrategias emplea posterior a la intervención. Con esto los 3 aumentan la supervisión que hacen a la ejecución de una estrategia mientras resuelven un problema, lo cual les permite identificar errores y cumplir las metas de la tarea propuesta.

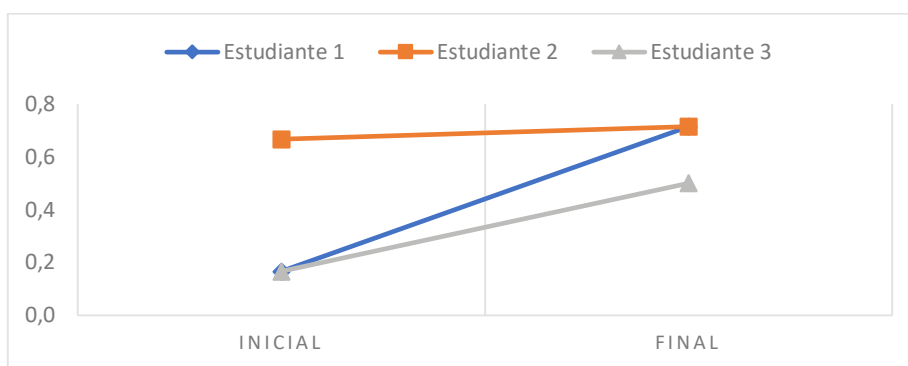
Figura 8. Resultados antes y después categoría Control estudiante 1, 2 y 3



Evaluación

Los estudiantes 1 y 3 de acuerdo a la figura 9 aumentan el uso de las estrategias metacognitivas durante el proceso al momento evaluar la estrategia que han ejecutado para resolver una situación problema, esto les permite tener la certeza que la estrategia implementada responde de manera eficiente a la meta propuesta por la tarea. Por su parte el estudiante 2, empleo el mismo número de estrategias antes y después de la intervención, siendo este número de estrategias superiores a las implementadas por los otros estudiantes.

Figura 9. Resultados antes y después categoría Evaluación estudiante 1, 2 y 3



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los análisis de los resultados del pretest indica que los estudiantes del grupo de control tienen mejor desempeño que los estudiantes del grupo experimental, corroborando el planteamiento del problema, esto es, que los estudiantes del programa de Administración de Empresas tienen bajo desempeño en la competencia de resolución de problemas en comparación con los demás programas de estudio. Respecto a estos resultados distintos investigadores han puesto de manifiesto que estudiantes de los programas de Administración de Empresas tienen dificultades en la resolución de problemas matemáticos (Hernández, 2019, Guzmán, 2019, Ceballos, et al, 2010). Calvo (2008) en particular señala, que el área de resolución de problemas es en la que mayor dificultad tienen los estudiantes y estas dificultades está relacionadas según Fernández, et al (2002) por los diferentes itinerarios que siguen los estudiantes en bachillerato y la disparidad de niveles académicos presentes en los cursos de educación superior.

En cuanto al análisis de los resultados intragrupos entre el pretest y posttest, se encontró que los estudiantes del grupo de control obtienen resultados inferiores a los obtenidos en el pretest, esto puede explicarse, entre otras cosas a la falta de entrenamiento con estrategias metacognitivas, la falta de entrenamiento con resolución de problemas matemáticos, y que entre el pretest y posttest trascurrieron más de 5 meses, uno de ellos en el cual los estudiantes no tuvieron clases. Por su parte, los estudiantes del grupo experimental mejoran su desempeño con una diferencia estadísticamente significativa, corroborando los planteamientos de Vega (2022), Mato-Vázquez, Espiñeira y López-Chao (2017), Moreno y Daza (2014), Iriarte (2010) y Rodríguez (2005), esto es, que los programas de enseñanza basados en el uso de estrategias metacognitivas tienen una incidencia positiva en el desempeño de los estudiantes en la competencia de resolución de problemas.

Adicionalmente, en el análisis de resultados del grupo experimental realizado por indicadores de desempeño y niveles de complejidad muestra que en todos se consigue que los estudiantes mejoren su desempeño, aunque en algunos de ellos no se produzca diferencia estadísticamente significativa. Estos niveles de dificultad donde no se presentan diferencias estadísticamente significativas son aquellos donde se requiere que el estudiante realice operaciones con información implícita o realice distintas operaciones asociadas con el uso

del dinero. Esto corrobora las dificultades que tienen los estudiantes para identificar variables implícitas en situaciones contextualizadas o variables que estén relacionadas a través de relaciones complejas (Bolívar, 2015) siendo esto un elemento indispensable para la selección del plan y resolución efectiva de una situación problema.

Este análisis por indicadores de desempeño y niveles de complejidad se hizo también a los resultados del postest entre-grupos, encontrando que existen diferencias estadísticamente significativas en los indicadores diseña ($t= 3,156$ y $p=0,002$) y resuelve ($t= 4,211$ y $p=0,000$) y los niveles de complejidad I ($t= -4,767$ y $p=0,000$) y III ($t= -2,063$ y $p=0,043$), para una significancia del 5%. Con estos resultados se corrobora que la implementación de estrategias metacognitivas influye en el diseño y ejecución de acciones que aporten a la solución de un problema (Rocha, 2006).

Consecuente con la implementación de un diseño cualitativo de tipo estudio de caso, con el cual se indaga sobre las estrategias metacognitivas empleadas al momento de resolver un problema, se encontró, que aumentaron el número de estrategias metacognitivas empleadas asociadas a la planeación, control y evaluación. En cuanto a la *planeación*, se precisa que los estudiantes 2 y 3 aumentaron en mayor proporción el número de estrategias que el estudiante 1. Estos resultados corroboran que cuando se instruye en estrategias metacognitivas, el desarrollo de las tareas de planeación son las que evidencian mayor desarrollo, ya que estas les representan a los estudiantes la guía o el camino para solucionar la tarea (Gutiérrez y Vargas, 2019). Para el caso del *control*, los 3 aumentan la supervisión que hacen a la ejecución de una estrategia mientras resuelven un problema, lo cual les permite identificar errores y cumplir las metas de la tarea propuesta. El desarrollo de estrategias asociadas con la supervisión es muy importante para el éxito de la resolución de un problema matemático, al respecto Garner y Kraus (1982) citados en Adrianzén (2019) señalan que este monitoreo le permite al sujeto percatarse de la existencia de alguna inconsistencia, así como crear recursos propios para hacer frente a la tarea.

Por último, relacionado con la *evaluación*, los estudiantes 1 y 3 aumentan el uso de las estrategias metacognitivas durante el proceso al momento evaluar la estrategia que han ejecutado para resolver una situación problema, esto les permite tener la certeza que la estrategia implementada responde de manera eficiente a la meta propuesta por la tarea. Por

su parte el estudiante 2, empleo el mismo número de estrategias antes y después de la intervención, siendo este número de estrategias superiores a las implementadas por los otros estudiantes. El desarrollo de esta habilidad permite a los estudiantes no solo resolver de forma eficaz una situación problema, sino que asegura el aprendizaje, la satisfacción de la respuesta encontrada, el enigma resuelto asegura a parte del saber matemático, el saber afrontar la vida misma (Adrianzén, 2019).

Estos resultados corroboran la relación bidireccional que se puede dar entre las estrategias metacognitivas y la resolución de problemas. Por un lado, el entrenamiento con resolución de problemas ayuda a los estudiantes a desarrollarse meta cognitivamente (Ley, 2014), ya que les permite autosupervisar, autorregular y autoevaluar su propio accionar cognitivo y así tomar conciencia de sus fortalezas y debilidades para afrontar la tarea (González, 2009). Por otro lado, el estudiante entrenado en el uso habitual de estrategias metacognitivas, activa estrategias que le permiten planificar, controlar y evaluar su acción y así es capaz de conducirse reflexivamente al logro exitoso de una tarea (Martínez et al, 2008).

En conclusión, El programa de intervención basado en estrategias metacognitivas produjo una mejora en el desempeño de los estudiantes en la competencia de resolución de problemas. Así mismo, propicio en los estudiantes el desarrollo de habilidades metacognitivas orientadas a la planeación y control de las estrategias. Los estudiantes evidenciaron ser más conscientes de la planificación y control de las estrategias con las cuales le hacen frente a una tarea; por otra parte, no evidencian el mismo desarrollo asociado a las habilidades de representación del problema ni evaluación de las estrategias frente a la solución que han conseguido. Se recomienda a futuras investigaciones, indagar si la implementación de programas o cursos desarrollados con enfoque metacognitivo en otras áreas del saber produce también efectos positivos. Esto podría ayudar por un lado a conseguir estudiantes autorreflexivos, autorregulados, capaces de autosupervisar su propio aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C., Bravo, R., Campo, A. y Fontalvo, M. (2011). Desarrollo de la metacognición al resolver problemas de adición de números enteros. *Zona Próxima*, (14),90-111. DOI: <https://doi.org/10.14482/zp.14.165.41>
- Adrianzén, L. (2019). *Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de la Matemática en estudiantes del quinto año de secundaria de la institución educativa de Jornada Escolar Completa "Pedro Ruiz Gallo" del distrito Ignacio Escudero de la provincia de Sullana - 2018*. [Tesis Maestría, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional - Universidad de Piura. <https://bit.ly/3DdkaAM>
- Bahamonde, S. y Vicuña, J. (2011). *Resolución de problemas matemáticos*. [Tesis de pregrado, Universidad de Magallanes]. <https://bit.ly/3d31IQE>
- Bolívar, J. (2015). *Estrategias de resolución de problemas contextualizados de matemáticas*. [Tesis Maestría, Tecnológico de Monterrey]. Repositorio Institucional - Tecnológico de Monterrey. <https://bit.ly/3B83o3g>
- Calvo, M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en matemáticas. *Revista Educación*. 32(1), 123-138.
- Ceballos, A., Nabarro, S. y Lescano, C. (2010). La resolución de problemas: una experiencia de clases. *Cifra 5*. 243-257.
- De la Ossa, S. y Funez, J. (2011). *Evaluación del proceso formativo del programa de administración de empresas de la Universidad de Sucre* [Tesis de maestría, Universidad de Sucre].
- Echenique, I. (2006). *Matemáticas resolución de problemas*. Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.
- Fernandez, P., Gomez, D., Masero, I. y Zapata, A. (2002). La resolución de problemas en la enseñanza de las matemáticas para la Economía y la Empresa. *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*. 19(1), sin pagina

- Gil, R. (2001). *La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales* [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona].
- González, F. (2009). Metacognición y tareas intelectualmente exigentes: el caso de la resolución de problemas matemáticos. *Zetetike*, 6(1), p.59-73. <https://doi.org/10.20396/zet.v6i9.8646807>
- Gutiérrez, J. y Vargas, J. (2019). *Metacognición y aprendizaje de las Matemáticas: el caso de la función lineal*. [Tesis Pregrado, Universidad de los Llanos]. Repositorio Institucional - Universidad de los Llanos. <https://bit.ly/3B85HmW>
- Guzman, M. (2019). *El estado de ánimo y su relación con la resolución de problemas de los estudiantes de la E.P. de Administración y Negocios Internacionales de la UAP-Filial Tacna, Periodo académico 2018-0*. [Tesis pregrado, Universidad Alas Peruanas]. Repositorio Universidad Alas Peruanas
- Harris, K., Graham, S. y Mason, L. (2003). Self-Regulated Strategy Development in the Classroom: Part of a Balanced Approach to Writing Instruction for Students With Disabilities [Desarrollo de estrategias autorreguladas en el aula: parte de un enfoque equilibrado para la enseñanza de la escritura para estudiantes con discapacidades]. *Focus on exceptional children*, 35 (7). 1-16.
- Hernández, D. (2019). Metodologías implementadas en el aula de clase, con estudiantes de segundo año de la carrera Administración de empresas. *Revista Multi-Ensayos*, 5(10). DOI: <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v5i10.8873>
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). (2016). *Guía de orientación Módulo Razonamiento Cuantitativo Saber Pro 2016-2*. Ministerio de Educación Nacional. <https://bit.ly/3esAUJY>
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). (2018). *Niveles de desempeño Modulo de razonamiento cuantitativo*. <https://bit.ly/3eypPHr>

- Iriarte, A. (2010). *Estrategias metacognitivas en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de 5° de básica primaria* [Tesis maestría, Universidad de Sucre]. Repositorio SUE CARIBE.
- Lamas, H. (2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. *Liberabit*. 14, 15-20. <https://bit.ly/3Ugwd6L>
- Leal, S. y Bong, S. (2015). La resolución de problemas matemáticos en el contexto de los proyectos de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 39 (84),71-93. <https://bit.ly/3U3cPKb>
- Ley, M. (2014). El Aprendizaje Basado en la Resolución de Problemas y su efectividad en el Desarrollo de la Metacognición. *Educatio Siglo XXI*, 32(3), 211–230. <https://doi.org/10.6018/j/211051>
- Martí, E. (1995). Metacognición: entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*, 72, 9-32. <https://bit.ly/3xidfmc>
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y Educación*. Aique Grupo Editor.
- Martínez, R., Tubaut, E., Guilera, L., Rabanaque, S., y Sánchez, E. (2008). Utilidad de distintas ayudas en la resolución de un problema de insight y su relación con las estrategias metacognitivas. *Anales de Psicología*, 24(1), 16–24. <https://bit.ly/3L9Wgbf>
- Mato-Vázquez, D., Espiñeira, E. y López-Chao, V. (2017). Impacto del uso de estrategias metacognitivas en la enseñanza de las matemáticas. *Perfiles Educativos*, 39(158),91-111. <https://bit.ly/3RDQgds>
- Moreno, A y Daza, B. (2014). *Incidencia de estrategias metacognitivas en la resolución de problemas en el área de la matemática* [Tesis Maestría, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional - Pontificia Universidad Javeriana. <https://bit.ly/3xeW4SC>
- Osses, S. y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos*, 34(1). 187-197. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000100011>

- Piñero, J., Pinto, E. y Díaz-Levicoy, D. (2015). ¿Qué es la resolución de problemas?. *Revista virtual Redipe*, 4(2). 6-14. <https://bit.ly/2Im9zZn>
- Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Editorial Trillas.
- Rocha, T. (2006). *Los procesos metacognitivos en la comprensión de las prácticas de los estudiantes cuando resuelven problemas matemáticos: una perspectiva ontosemiótica* [Tesis Doctoral, Universidad de Santiago de Compostela]. <https://bit.ly/3eEtfIM>
- Rodríguez, E. (2005). *Metacognición, resolución de problemas y enseñanza de las matemáticas. Una propuesta integradora desde el enfoque antropológico*. [Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. E-Prints Complutense. <https://bit.ly/3S0rRhN>
- Rojas, B. (2010). Solución de problemas: una estrategia para la evaluación del pensamiento creativo. *Sapiens Revista Universitaria de Investigación*, 11 (1), 117-125. <https://bit.ly/3d9icqG>
- Tamayo, O., Cadavid, V. y Montoya, D. (2019). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de Educación*, 76, 117-141. <https://bit.ly/3Rwq705>
- Tárraga, M. (2008). *¡Resuélvelo! Eficacia de un entrenamiento en estrategias cognitivas y metacognitivas de solución de problemas matemáticos en estudiantes con dificultades de aprendizaje*, [Tesis doctoral, Universidad de Valencia]. Repositori de contingut lliure. <https://bit.ly/3QFzYj6>
- Ullauri, J. y Ullauri, C. (2018). Metacognición: Razonamiento hipotético y resolución de problemas. *Revista Científic*, 3(8). 121-137. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.8.6.121-137>
- Vega, N. (2022). *Estrategia Metacognitiva Basada en el Método de Pólya para la Comprensión de Problemas Matemáticos en la Institución Educativa Ciro Pupo Martínez, La Paz- Cesar*. [Tesis Maestría, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional - Universidad Santo Tomás. <https://bit.ly/3DrvY2m>