

Método de Pólya aplicado al lenguaje algebraico en primer año de licenciatura

Pólya Method Applied to the Algebraic Language in First Year of Degree

*Método de Pólya aplicado à linguagem algébrica no primeiro ano de
graduação*

Mario Saucedo Fernández

Universidad Autónoma del Carmen, México

saferma2006@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-7970-7353>

Martha Elena Espinosa Carrasco

Universidad Autónoma del Carmen, México

maneljc72@yahoo.com.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7431-2646>

Santa del Carmen Herrera Sánchez

Universidad Autónoma del Carmen, México

sherrera@pampano.unacar.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3303-1789>

Resumen

El bajo rendimiento presente en los estudiantes de diversos niveles en el ámbito matemático es un tema preocupante en la actualidad para los docentes. Mediante este estudio se efectuó un análisis documental a través del cual se pudo evidenciar que el método de Pólya, como estrategia didáctica aplicada a las matemáticas, incrementa las habilidades en los alumnos como resolutores. El estudio de alcance correlacional se trabajó con dos grupos, control y experimental, formados a partir de la población de 68 estudiantes de primer año de la Universidad Autónoma del Carmen. El desarrollo de la investigación consistió en una evaluación previa para verificar la homogeneidad de los grupos; posteriormente se

implementó la estrategia didáctica al grupo experimental, y finalmente se evaluaron los conocimientos adquiridos. Dentro de los resultados arrojados por las pruebas estadísticas se pudo encontrar evidencia significativa, y se concluyó que el método de Pólya incrementó el rendimiento de los estudiantes con los que se trabajó la estrategia en comparación con aquellos a los que no se les aplicó.

Palabras clave: álgebra, competencia, método de Pólya, rendimiento.

Abstract

The low performance present in students of various levels in the mathematical field is a matter of concern for teachers. Through this study a documentary analysis was carried out through which it was possible to demonstrate that the Pólya method, as a didactic strategy applied to mathematics, increases the abilities of students as solvers. The study of correlational scope was worked with two groups, control and experimental, formed from the population of 68 students entering the first year of the Universidad Autónoma del Carmen. The development of the research consisted of a previous evaluation to verify homogeneity of groups; after this the didactic strategy was implemented to the experimental group, and finally the acquired knowledge was evaluated. Within the results of the statistical tests, significant evidence could be found. It was concluded that the Pólya method increased the performance of the students with whom the strategy was worked on compared to those who did not.

Keywords: algebra, competition, Pólya method, performance.

Resumo

O baixo desempenho presente em estudantes de vários níveis no campo da matemática é motivo de preocupação para os professores de hoje. Através deste estudo, foi realizada uma análise documental através da qual foi possível demonstrar que o método Pólya, como estratégia didática aplicada à matemática, aumenta as habilidades dos alunos como solucionadores. O estudo do escopo correlacional foi trabalhado com dois grupos, controle e experimental, formados a partir da população de 68 alunos do primeiro ano da Universidad

Autónoma del Carmen. O desenvolvimento da investigação consistiu em uma avaliação prévia para verificar a homogeneidade dos grupos; Posteriormente, a estratégia didática foi implementada para o grupo experimental e, finalmente, o conhecimento adquirido foi avaliado. Dentro dos resultados dos testes estatísticos, evidências significativas puderam ser encontradas, e concluiu-se que o método Pólya aumentou o desempenho dos alunos com quem a estratégia foi trabalhada em comparação àqueles a quem não foi aplicada.

Palavras-chave: álgebra, competência, método de Pólya, desempenho.

Fecha Recepción: Agosto 2018

Fecha Aceptación: Noviembre 2018

Introducción

En la Universidad Autónoma del Carmen (Unacar) es empleado el modelo por competencias denominado *Acalán*, vigente desde 2010, con un marco pedagógico orientado al constructivismo sociocultural (Unacar, 2010). Dicho modelo permite desarrollar competencias determinadas, o mejor dicho, un conjunto de habilidades y destrezas que, junto con el cúmulo de conocimientos, permite al estudiante estar preparado para efectuar el manejo necesario de saberes y aplicarlos a su conveniencia según el contexto.

Ahora bien, antes de dar un paso más adelante, y a sabiendas de que los problemas están a la orden del día tanto en el plano personal como en el profesional, se debe tener en cuenta que un problema es todo aquello que se presenta como un obstáculo o un impedimento para acceder a un fin determinado, y a su vez, la solución es la búsqueda del fin o en su caso la búsqueda y proposición de alternativas que allanen el camino hacia la meta. El mecanismo para encontrar soluciones no es un proceso simple, se requiere estimular el desarrollo de procesos mentales reflexivos que favorezca la toma de decisiones (Herrera, 2013).

El método de solución de problemas ha sido aplicado como estrategia didáctica con buenas expectativas en diversos trabajos de investigación, tal es el caso del realizado por Matute, Pérez y Di 'Bacco (2009), en el que se aplicó a temas relacionados con la electroquímica, y se validó a tres grupos con diversos autores cada uno. El resultado de esta investigación arrojó que no existe diferencia significativa en cuanto al tipo de autor que se

eligió para cada grupo; existe, en cambio, una clara ventaja al usar el método en comparación con el hecho de no hacerlo. Benítez y Benítez (2014), por su parte, trabajaron específicamente el método de Pólya como estrategia para solucionar problemas. La investigación de estos autores se enfocó en estudiantes con calificaciones no aprobatorias para el ingreso universitario. Y concluyeron que la estrategia enriquecida con sus propias técnicas y fundamentaciones matemáticas, tal y como el razonamiento, la intuición y la simbología, logró que los alumnos adquirieran seguridad y confianza en su aprendizaje.

Cabe señalar que el interés de esta investigación surgió porque los jóvenes adscritos al curso de Razonamiento Lógico, que es impartido en la Unacar, han mostrado bajo rendimiento. Esto se evidenció en trabajos como los de Díaz, Lagunes, López y Recio (2012), quienes implementaron videos como apoyo tecnológico en el aprendizaje de los polinomios debido a la dificultad de su aprendizaje. Herrera (2013), mientras tanto, basó su propuesta en la solución de problemas por el método de casos. Se trató de una investigación que tenía el objetivo de atender el bajo interés de los alumnos en el curso antes mencionado, y como resultado se logró mejorar el rendimiento académico. Además, Saucedo, Herrera, Díaz, Bautista y Salinas (2014) emprendieron una investigación para detectar los indicadores de reprobación específicamente en la Facultad de Ciencias Educativas de la Unacar. Como resultado obtuvieron que materias afines a las matemáticas y a la tecnología fueron las que presentaron mayor índice de reprobación. Por último, cumbre de la preocupación docente en las dificultades que el curso representa, el trabajo de investigación de Díaz, Herrera, Saucedo y Recio (2015), titulado “El curso de razonamiento lógico y la actitud matemática de los estudiantes”, arrojó evidencia significativa entre el rendimiento escolar y la actitud hacia las matemáticas.

Ahora bien, se encontró que el método de Pólya como estrategia didáctica presenta, además de lo ya mencionado líneas arriba, antecedentes favorables en el rendimiento académico del alumnado. Roque (2009), por ejemplo, realizó un trabajo cuyo objetivo fue determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los estudiantes, y halló la suficiente evidencia estadísticamente significativa para permitirle afirmar tal planteamiento. Asimismo, Acuña (2010) evaluó el método en 183 estudiantes y concluyó que no existió correlación entre la resolución de problemas y el rendimiento

académico, aunque sí en el nivel de análisis y comprensión de los problemas. Escalante (2015), por su parte, encontró que con este método los estudiantes trabajaron más analíticamente, compartieron ideas, criterios e intereses fomentando la unidad y el trabajo en equipo. De igual forma, Cardona (2007) observó que el trabajo en equipo coadyuvó a un mejor desempeño al momento de traducir expresiones verbales a lenguaje algebraico, así como a la hora de expresar relaciones numéricas mediante el uso de este lenguaje; los alumnos reconocieron, describieron y generalizaron patrones numéricos; propusieron y manejaron técnicas adecuadas para simplificar términos semejantes y multiplicar monomios, y construyeron sucesiones numéricas a partir de una regla dada. En suma, la estrategia resultó adecuada para iniciar en los estudiantes el desarrollo de cada una de las habilidades que se pretendió con la guía de trabajo. Rodríguez y Yangali (2016) y Aguilar (2014) emplearon el método para mejorar el rendimiento académico en matemáticas partiendo de grupos homogéneos. Los resultados arrojados en el estudio de Rodríguez y Yangali (2016) fueron muy satisfactorios respecto al incremento del rendimiento: se evidenció un aumento de 67.46 %, con lo que se alcanzó el nivel de logro previsto por parte de los estudiantes. Aguilar (2014) constató que el grupo control y el experimental se encontraban en diferentes condiciones después del tratamiento. En el mismo sentido fueron los resultados de los trabajos de Cedeño (2015) y Casimiro (2017). Ambos evidenciaron un incremento en las medias de los grupos con clara ventaja del grupo experimental: los integrantes de este grupo lograron demostrar un mejor desarrollo, con mayor eficiencia y autonomía, en la resolución de problemas. En el trabajo Cedeño (2015) en particular se evidenció una mejoría sustancial por parte de la población objeto de estudio en el aprendizaje del lenguaje algebraico.

Didáctica del método de Pólya y su efecto pedagógico

La propuesta didáctica de solución de problemas a través del método de Pólya se desarrolla a través del proceso reflexivo, con el cual se estimula la conectividad de la información. Desde el punto de vista del constructivismo, el alumno a lo largo de su desenvolvimiento estudiantil va adquiriendo información, conocimiento, bases teóricas y prácticas que van formando estructuras cognitivas. Y, esta vez en sintonía con Jean Piaget, en Arancibia, Herrera, y Strasser, 2008, en la fijación de la información el estudiante

interactúa con su medio, su entorno físico y social, y es a través de esta interacción que se concreta la asignación de imágenes a un contexto teórico, que posteriormente pasa a formar parte de la memoria procedimental.

Si la información fue adquirida con suficiente reforzamiento, pasa de la memoria procesal o de ejecución a formar parte de la consciencia. En el plano categórico del constructivismo se enfatiza en que el aprendiz debe ser capaz de buscar y desarrollar su propio conocimiento. Sin embargo, las bases teórico-prácticas deficientes o no bien fijadas son confusas en el llamado de sus recuerdos. En este punto, la misión del profesor es la de regulador: acercar lo suficiente al alumno hasta identificar la fase de desenvolvimiento intrapersonal, según la teoría de Vygotsky, en Arancibia et al., 2008, lo que permite descubrir al docente las capacidades individuales que posee cada estudiante. De acuerdo con esto, la metodología de Pólya permite ejecutar los impulsos reflexivos estimulando los recuerdos, la relación del lenguaje con las estructuras cognitivas aprendidas que permitan relacionar la información que posee el estudiante con la recién adquirida.

Una de las ventajas del método de Pólya es que ofrece la posibilidad al docente de acercarse al estudiante sin invadir su desenvolvimiento individual. El alumno, por tanto, permanece independiente y autónomo. Asimismo, este método fomenta el aprendizaje social, puesto que genera la cooperación grupal o de subgrupos dentro del aula, lo que proporciona que alguien con mayor dominio del tema pueda fungir como facilitador entre aquellos con menor habilidad e incluso ante el mismo profesor.

Debido a todo lo expuesto anteriormente, en este trabajo se empleó la estrategia de solución de problemas con el fin de contribuir con el desarrollo de las competencias durante el avance de la Secuencia Didáctica tres, con el tópico de lenguaje algebraico, correspondiente al curso de Razonamiento Lógico que se imparte durante el primer año en la Unacar. Con la finalidad de buscar el incremento del rendimiento académico y disminuir el índice de reprobación, se trabajó con la población estudiantil de recién ingreso de la Licenciatura en Negocios Internacionales (LNI) de la Facultad en Ciencias Económico Administrativas (FCEA).

Materiales y métodos

Tipo de estudio

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo con alcance correlacional. Se eligió un diseño cuasi experimental derivado de la manipulación de al menos una variable, la estrategia de solución de problemas. Asimismo, los sujetos no fueron asignados al azar, se trabajó con grupos preformados denominados *intactos*, de acuerdo con la definición de Hernández, Fernández y Baptista (2010).

Población

La investigación se llevó a cabo en el ciclo agosto-diciembre de 2017 con una población de 68 estudiantes de LNI de primer semestre pertenecientes a la FCEA de la Unacar. Se trabajó con la población dividida en dos grupos: 37 para el grupo control y 31 para el grupo experimental.

Instrumento

Para pilotear el instrumento, como primera fase se diseñó un instrumento constituido por 12 ítems, los cuales se sometieron a validación previamente por tres expertos en el tema. Para evaluar su confiabilidad, se aplicó este a un grupo de estudiantes de las mismas características académicas a la población con la que se desarrolló la investigación. Se efectuó el análisis de confiabilidad de este por el método de alfa de Cronbach, del que se obtuvo el valor de 0.812 en el programa estadístico SPSS versión 22. Posteriormente se realizó el análisis de discriminación de ítems y se hicieron los ajustes pertinentes.

Metodología

Con el instrumento diseñado y listo para ser aplicado, se evaluó a los alumnos de ambos grupos, antes y después del tratamiento. Después del pretest, se procedió al desarrollo de la estrategia de solución de problemas a través de la metodología de Pólya y se elaboraron las herramientas con las cuales se guió al estudiante en el proceso de desarrollo de la solución. Se trabajó una antología estructurada principalmente bajo la temática de la Secuencia tres del curso de Razonamiento Lógico, elaborada con los elementos teóricos del contenido, pensamiento algebraico, operaciones algebraicas y solución de problemas. Lo anterior se complementó con un cuaderno de trabajo, el cual constó de ejercicios que reforzaron el aprendizaje de cada tema visto en clase. En esta última sección se incorporaron un menú de problemas conformados por el enunciado propio del problema y una tabla guía elaborada en cuatro secciones conforme la metodología de Pólya —pero direccionada a lo que se buscaba que desarrollara el estudiante de acuerdo con el tema de pensamiento algebraico. La tabla que acompañó a cada problema requería el llenado de los campos: datos, procedimiento, expresión algebraica y resultado.

El procedimiento del método de Pólya como tal fue mostrado en cada sesión dedicada a la solución de problemas, mediante la proyección de diapositivas, en las cuales se mostraron los enunciados-problemas a resolver acompañados de las fases de desarrollo de dicho método. Esto es:

- Paso 1: Comprender. ¿Qué quiere decir?, ¿cuáles son los datos?, ¿sabes a dónde se quiere llegar?
- Paso 2: Configurar el plan. Se busca que el estudiante analice la información contenida en los enunciados. Que discrimine los valores conocidos de las incógnitas y asigne variables.
- Paso 3: Ejecutar el plan. En esta fase se desarrollaron las operaciones concernientes al tipo de expresiones obtenidas, ya sea una expresión algebraica de una incógnita o variable, o bien un sistema lineal de dos incógnitas o variables.
- Paso 4: Mirar hacia atrás. En este último paso se le pidió al estudiante analizar los valores obtenidos para la o las variables, si estaban acorde a lo que se solicitaba, si era un

valor acorde al esperado y si era congruente. Finalmente, se comprobó operacionalmente si cumplía o no con la expresión algebraica encontrada.

Como parte complementaria al sistema de aprendizaje por competencias, se diseñó la situación apegada al contexto real, denominada *situación problema*. En esta, el alumno debía hacer acopio de los elementos teóricos adquiridos en el aula. Desarrollada en equipos de cuatro personas, el aprendiz puso a prueba su capacidad para solucionar problemas: el procedimiento debía de ser desarrollado mediante la estructura metodológica de Pólya, dado que es la guía de ordenación del análisis del problema en el proceso de solucionarlo.

La estrategia se desarrolló durante seis semanas, cuatro horas por semana, en el ciclo escolar agosto-diciembre de 2017, como ya se había especificado anteriormente. Las actividades mediante las cuales se desarrolló la estrategia se muestran en la tabla 1. Allí se detalla también el plan de trabajo estructurado de acuerdo con los tiempos previstos para el desarrollo del tema y los objetivos de enseñanza de la estrategia didáctica y también considerando el modelo educativo Acalán, basado en el desarrollo de competencias, las cuales fueron fomentadas a través del desarrollo de presentaciones en PowerPoint (PPT), actividades de reforzamiento a través de las que se consolidó el conocimiento y se evidenció el aprendizaje del estudiante.

Tabla 1. Cronograma de actividades de la propuesta didáctica.

Actividad	Periodo: octubre- noviembre de 2017	Objetivo de aprendizaje	Estudiante	Docente
Evaluación diagnóstica (pretest)	24 de octubre	Conocer los conocimientos previos presentes en el estudiante	Ejecución	Evalúa
PPT: principales conceptos y definiciones	26 de octubre	Homogeneizar los conceptos básicos del álgebra	Investiga previamente los conceptos	Efectúa lluvia de ideas, conoce la perspectiva del estudiante y los alienta en la construcción del concepto
Elaboración de mapa mental	31 de octubre	Demostrar el dominio de los conceptos y reconocer su aplicación	Elaboración metódica del mapa mental	Valora el desarrollo asertivo del estudiante y supervisa las áreas de oportunidad
PPT: procesos de generalización	31 de octubre	Conocer el procedimiento deductivo en la generalización matemática	Observa y cuestiona	Guía y supervisor del análisis efectuado por el estudiante
Ejercicio lúdico: “secuencia de tablas” “calculando áreas y perímetros”	31 de octubre	Conocer las capacidades desarrolladas por el estudiante	Ejecuta y refuerza lo aprendido en clase. Pone a prueba sus cuestionamientos	Guía superficialmente al estudiante sin invadir a zona de desarrollo próximo
PPT: proceso de traducción del lenguaje común al lenguaje algebraico	31 de octubre	Demostrar el procedimiento de traducción al lenguaje algebraico	Analiza y comprende conceptos reflexivamente acorde con el planteamiento de Pólya	Demuestra el procedimiento de traducción de enunciados sencillos del lenguaje común al lenguaje algebraico
Ejercicio lúdico: “lenguaje algebraico uno y dos”	7 de noviembre	Reforzar el aprendizaje del procedimiento de traducción al lenguaje algebraico	Analiza y ejecuta la traducción al lenguaje algebraico	Guía pasivamente al estudiante, monitorea los niveles de comprensión del estudiante
Evaluación previa de las operaciones algebraicas	9 de noviembre	Conocer la existencia de posibles deficiencias sobre el tema	Ejecuta las operaciones que reconoce	Evalúa e identifica las áreas de oportunidad
Entrega del Objeto de Aprendizaje	9 de noviembre	Desarrollar las competencias digitales	Conoce, analiza y manipula un Objeto de Aprendizaje.	Monitorea y asesora el uso de un Objeto de Aprendizaje

			Demuestra su capacidad de autoaprendizaje	
PPT: presentación de los conceptos básicos, así como la parte procedimental	9-28 de noviembre	Homogeneizar las bases operacionales de las expresiones algebraicas	Conoce y efectúa los procedimientos operacionales del álgebra	Muestra el desarrollo de las operaciones algebraicas
Ejercicios lúdicos: “balanza”, “trazar al pato”, “color al pez”	9-28 de noviembre	Desarrollar las capacidades de ejecución en los estudiantes	Demuestra activamente el desarrollo de las operaciones algebraicas	Guía pasivamente al estudiante, fomentando el análisis reflexivo acorde con el método de Pólya
Solución de problemas de aplicación en contexto	14 de noviembre- 5 de diciembre	Desarrollar la habilidad para solucionar problemas (método Pólya)	Demuestra el manejo, dominio y aplicación de los conceptos	Monitorea y evalúa las áreas de oportunidad del estudiante
Situación problema: problemática planteada en contexto real	24 de octubre- 5 de diciembre	Desarrollar las capacidades de comprensión, análisis y aplicación de los conocimientos	Aplica el conocimiento	Monitorea y da seguimiento a la ejecución de la metodología empleada por el estudiante
Evaluación objetiva (post-test)	7 de diciembre	Conocer el grado de dominio de los conocimientos básicos, así como la comprensión, planteamiento y desarrollo algebraico por parte del estudiante acerca del tema de pensamiento algebraico	Ejecuta activamente el conocimiento adquirido	Evalúa el grado de conocimientos que posee el estudiante posterior al desarrollo del tema de pensamiento algebraico (secuencia tres), así como el proceso metodológico empleado

Fuente: Elaboración propia

La propuesta o estrategia didáctica, solución de problemas, se llevó a cabo una vez que se dio a conocer y se trabajó el contenido temático de la Secuencia con los estudiantes, con la realización correspondiente de las actividades que permitieron reforzar cada segmento. En ese punto se consideró que el alumno se encontraba preparado con los conocimientos mínimos necesarios como herramientas matemáticas para la intervención y solución de los problemas.

Para aplicar el método de Pólya se inició con problemas de corte sencillo, es decir, cuando había que identificar una sola variable involucrada. Es importante señalar que el punto clave para el estudiante al momento de resolver un problema siempre es saber a dónde

quiere llegar; y es igualmente importante que comprenda y le quede claro saber cuándo encontró la respuesta que buscaba. Como parte complementaria, se le debe motivar a estructurar las semifórmulas. Ordenando las ideas y estructurando por segmentos la fórmula completa, la finalidad es que el estudiante efectúe la formulación de cada segmento del enunciado. De esta forma, se puede visualizar la semifórmula que le corresponde a cada enunciado y con ello tener los elementos necesarios para formular la expresión completa. Efectuado esto, se puede conjuntar la formulación o modelo matemático, y con esto el aprendiz puede observar qué procedimiento, dentro de las operaciones algebraicas le corresponde.

El paso siguiente es el desarrollo matemático basado en el álgebra, por lo que es necesario haber trabajado este tema en clase y reforzarlo lo suficiente para que no genere complicaciones en el procedimiento de solución de problemas. Finalmente, se busca que el estudiante reflexione acerca del resultado, por lo tanto se trabaja la fase cuatro del método de Pólya, en la que se debe analizar si el valor obtenido está acorde con lo que se puede esperar en el problema, posteriormente, se efectúa la comprobación matemática. A través del mismo procedimiento, puede ser capaz de plantear las expresiones algebraicas necesarias para resolver un problema, a su vez que puede ir incrementando el nivel de complejidad de los modelos algebraicos.

Resultados

La aplicación de la evaluación previa tuvo como finalidad conocer las condiciones académicas de los estudiantes en cuanto al conocimiento previo que poseen. Se efectuó el estudio estadístico t-Student para muestras independientes en SPSS. Los datos arrojados se muestran en la tabla 2. Es de resaltar que ambos grupos se encuentran con medias muy semejantes y de valor no acreditable, de acuerdo con la escala de 0-12 % establecida por la Academia de Matemáticas de la Unacar.

Tabla 2. Resultados de las pruebas de estadística descriptiva

Estadísticas de grupo					
		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Rendimiento académico	Grupo control	37	3.2369	2.07179	0.33175
	Grupo experimental	31	3.2043	1.97927	0.32539

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el análisis estadístico-descriptivo, se elaboró la tabla 3. En esta se comparan las condiciones de los estudiantes de acuerdo con los indicadores diseñados para evaluarlos, acorde con el nivel cognitivo de la taxonomía de Bloom para el pretratamiento de la estrategia didáctica.

Tabla 3. Porcentaje de estudiantes correspondientes a cada indicador y su respectivo nivel de rendimiento académico

Dimensión	Indicador	Pretratamiento							
		Grupo control				Grupo experimental			
		Nulo	Bajo	Regular	Alto	Nulo	Bajo	Regular	Alto
Comprensión	Comprende textos	37.83	0	0	62.16	41.93	0	0	58.06
	Traduce algebraicamente	37.83	0	0	62.16	3.2	0	0	96.8
Aplicación	Comprende textos y obtiene la información	10.81	40.54	27.03	0	29.03	45.16	19.35	3.23
	Plantea metodológicamente	100	0	0	0	100	0	0	0
Análisis	Aplicación de procedimientos y solución algebraica	24.32	27.03	0	48.65	9.68	38.71	0	51.61
Síntesis	Aplicación de conceptos algebraicos	100	0	0	0	100	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se efectúa el comparativo entre el grupo control y el experimental posterior al tratamiento con la estrategia didáctica y después de ser evaluados de acuerdo con los indicadores establecidos. Esta muestra los progresos de los estudiantes en su rendimiento académico, valorado conforme a la escala asignada al curso y de acuerdo con cada nivel de madurez cognitiva alcanzada en el proceso de aprendizaje.

Tabla 4. Porcentaje de estudiantes correspondientes a cada indicador y su respectivo nivel de rendimiento académico

Dimensión	Indicador	Post-tratamiento							
		Grupo control				Grupo experimental			
		Nulo	Bajo	Regular	Alto	Nulo	Bajo	Regular	Alto
Comprensión	Comprende textos	27.03	0	0	72.97	19.35	0	0	80.65
	Traduce algebraicamente	18.92	0	0	81.08	16.13	0	0	83.87
Aplicación	Comprende textos y obtiene la información	18.91	35.14	37.84	8.11	3.23	54.84	35.48	6.45
	Plantea metodológicamente	37.84	48.65	13.51	0	25.81	51.61	16.13	6.45
Análisis	Aplicación de procedimientos y solución algebraica	10.82	24.32	0	64.86	6.45	22.58	0	70.97
Síntesis	Aplicación de conceptos algebraicos	45.95	51.35	2.7	0	29.03	45	9.68	16.13

Fuente: Elaboración propia

Las calificaciones resultantes de la evaluación post-test se analizaron en SPSS. Los resultados se vertieron en la tabla 5. En esta ocasión se evidencia que la media de calificaciones del grupo experimental supera a la del grupo control.

Tabla 5. Resultados de la estadística descriptiva en el post-test.

Estadísticas de grupo					
	Grupo	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Rendimiento académico	Control	37	5.36	2.617	0.419
	Experimental	31	6.65	1.992	0.358

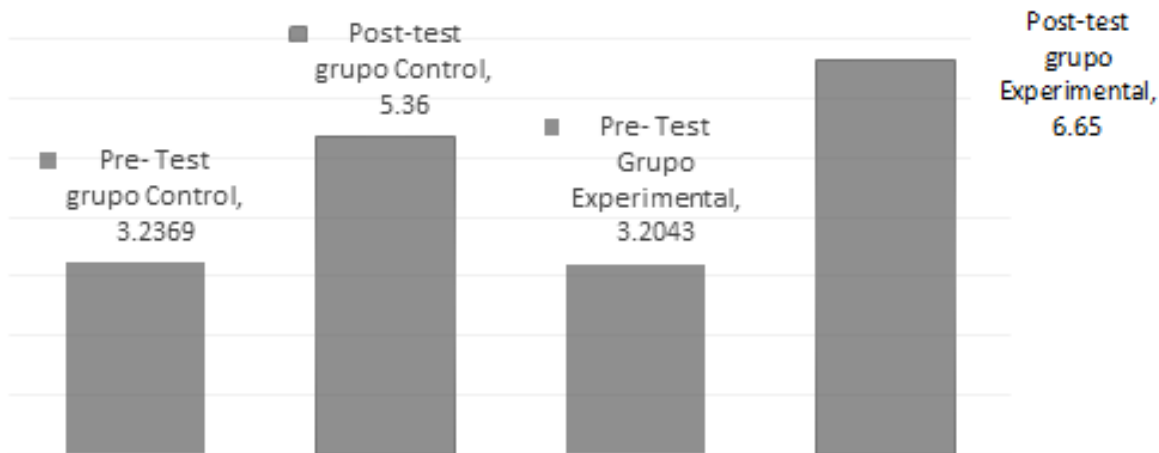
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se contrastó la hipótesis, a saber, ¿existe diferencia en el rendimiento académico entre el grupo experimental en cuanto al conocimiento que poseen posterior al desarrollo de la propuesta didáctica y el grupo control, es decir, el grupo sobre el cual no se aplicó propuesta alguna?

Considerando el nivel de significancia (α) de 5 %, se realizó la prueba t-Student para muestras independientes correspondiente. Así, pues, se efectuó la comparación entre el valor de significancia de 0.05 y el valor $p = 0.027$ obtenido en la prueba y puede apreciarse que el nivel de significancia es mayor al valor de la prueba p , por lo que no se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se toma la de la investigación.

De acuerdo con el planteamiento del problema presente en el rendimiento académico de los estudiantes, se realizó la investigación con el fin de satisfacer la siguiente pregunta: ¿Existe incremento en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la FCEA de la Unacar con la aplicación de la estrategia didáctica de solución de problemas en la interpretación del lenguaje algebraico en comparación con los que no se les aplica? Para responder este cuestionamiento, se realizó la comparación de medias. En la figura 1 se muestra que existe ventaja por parte del grupo experimental.

Figura 1. Comparación de las medias obtenidas en el pretest y post-test para ambos grupos.



Fuente: Elaboración propia

Para verificar si el método de solución de problemas de Pólya se relaciona significativamente con el rendimiento académico obtenido en las calificaciones por parte de los estudiantes, se efectuó el análisis estadístico correlacional de Pearson en SPSS, tomando en consideración las actividades que apoyaron el aprendizaje del método y los resultados obtenidos en el post-test. Como resultado se obtuvo lo mostrado en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis estadístico de la correlación entre el método de Pólya y el rendimiento académico

Correlaciones			
		Rendimiento del método de Pólya	Rendimiento académico
Método de Pólya	Correlación de Pearson	1	0.836**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	37	37
Rendimiento académico	Correlación de Pearson	0.836**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	37	37

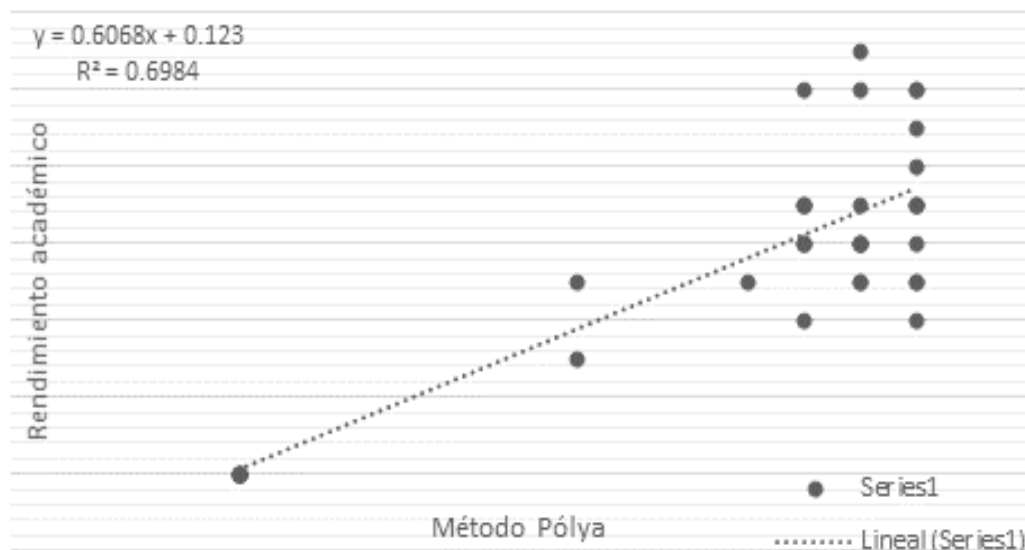
**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2 colas).

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el valor de p (sig.) es menor que el de significancia, $0.000 < 0.05$, con lo que se rechaza la H_0 , y se valida la hipótesis de investigación o alterna con una correlación de 0.836.

Asimismo, se procedió a evaluar la linealidad de los datos con el procedimiento de regresión lineal en el que se aprecia la correlación de pendiente positiva, lo que indica que a mayor desarrollo de actividades que los estudiantes realizaron con el método de solución de problemas de Pólya mayor rendimiento. Enseguida, se efectuó el gráfico de dispersión de datos a partir del cual se realizó el análisis estadístico, representado en la figura 2, donde se obtiene la ecuación de linealidad (y) y el coeficiente de determinación (R^2) con lo que se verifica la correlación positiva.

Figura 2. Distribución de datos para la regresión lineal, ecuación de ajuste y coeficiente



Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de la estrategia por parte del grupo experimental pudo evidenciarse a través del manual de trabajo, el cual fue desarrollado dentro y fuera del aula. Asimismo, mediante la situación problema, la cual está constituida por un enunciado de una

problemática apegada en lo posible a situaciones cotidianas a las que se puede enfrentar profesionalmente, del cual los estudiantes proponen la solución. Esta es desarrollada mediante la formación previa de equipos formados por cuatro estudiantes cada uno.

Se pudo observar avance en el desenvolvimiento del estudiante para resolver los problemas del manual en comparación con el grupo que no llevó la estrategia didáctica. El grupo experimental pudo desarrollar planteamientos, discernir y obtener los datos de un texto, plantear la solución concreta de acuerdo al álgebra. Esto puede verificarse en la figura 3.

Figura 3. Planteamiento de un estudiante perteneciente al grupo experimental

9. Juan para ingresar a la universidad debe rendir un examen tipo "test" que consta de 20 preguntas. Por cada respuesta correcta obtiene 0.5 puntos y por cada respuesta incorrecta o no contestada se le resta 0.25. Si luego de corregida la prueba obtuvo 7 puntos, calcula cuántas respuestas correctas tuvo.

Datos:	Procedimiento	Expresión algebraica
incorrecta - 0.25 correcta 0.5 P total = 7	$x = 20 - y = 20 - 1 = 19$ $x = 10$ $y = 7 + 2.5y$ $(20 - 1) \cdot 0.5 = 7 + 2.5y$ $10 - 0.5y = 7 + 2.5y$ $10 - 7 = 0.25y + 2.5y$ $3 = 0.25y \quad y = 6 / 0.25$ $4 - 20 = 16x \quad (x = 10)$	$x + y = 20$ $0.5x = 0.25y + 7$
		Resultado
		1 error incorrecto = 16 correctas

Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, el grupo control trató de emplear su propia estrategia ignorando los principios del lenguaje algebraico vistos en clase. En la mayoría de los casos trabajó a prueba y error sin identificar al elemento variable. Esto puede analizarse en la figura 4.

Figura 4. Solución del problema por parte de un estudiante del grupo control

9. Juan para ingresar a la universidad debe rendir un examen tipo "test" que consta de 20 preguntas. Por cada respuesta correcta obtiene 0.5 puntos y por cada respuesta incorrecta o no contestada se le resta 0.25. Si luego de corregida la prueba obtuvo 7 puntos, calcula cuántas respuestas correctas tuvo.

Datos:	Procedimiento	Expresión algebraica
Y cada A = 0.5 puntos	$x(0.5) = 14(0.5)$	$x(0.5)$
Y cada incorrecta o no contestada = 0.25	$14(0.5) \rightarrow 7 \text{ puntos}$	Resultado
Prueba = 7 puntos	$(0.25) =$ $6(0.25) = 3$	Total de bueno 14 bueno

Fuente: Elaboración propia

Si bien encuentra el resultado, le toma más tiempo y agotamiento. En la mayoría de los casos, sin embargo, no llega al resultado correcto.

La estrategia del método de Pólya permite al estudiante encaminarse al análisis de forma autónoma, esto es, que poco a poco se desprende de la guía y tutela del docente, y toma sus propias decisiones, analiza y plantea el caso práctico por cuenta propia, debido a que este se desarrolla extra aula. El grupo experimental lleva un procedimiento metodológico, aunque generalizado, posteriormente delimita y concluye de forma asertiva. También se muestra que disminuyó la dificultad en la identificación de variables, teniendo en claro al mismo tiempo a dónde quiere o tiene que llegar.

Sin embargo, para el grupo control no resultó de igual forma, planteó a prueba y error la fórmula algebraica que se le solicitó como parte de la solución al problema. El equipo, después de la deducción numérica de la tabla, solía tomar el valor y probarlo en la fórmula que encontraba como posible. Al ver que se comprobaba la igualdad, tomaba uno de los

valores y trabajaba ahora sí sobre bases algebraicas para encontrar el valor, el cual lo deducía previamente desde la sucesión numérica, no a través del álgebra. Si bien se toma como válida la capacidad analítica del equipo en su búsqueda de la solución, se evidencia que no es capaz de efectuarlo con las herramientas algebraicas vistas en clase, es decir, efectuar la traducción de los enunciados.

Como parte concluyente de su procedimiento, el equipo efectúa las últimas deducciones a partir de los valores usados y con ello llega a la solución del problema, aunque no a la respuesta correcta.

Discusión

La presente investigación tuvo como principal objetivo evaluar si existe incremento en el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de LNI de la Unacar con la aplicación del método de solución de problemas, en específico el método de Pólya como estrategia didáctica para la interpretación y traducción del lenguaje común al lenguaje algebraico. El desarrollo de la investigación tuvo resultados favorables en el desarrollo colaborativo de los estudiantes y en su integración social para desarrollar la solución a los problemas que se le plantearon.

Como parte del proceso de la evaluación de los resultados obtenidos en el pre-test, se evidenció que los grupos no contaban con los conocimientos suficientes para desarrollar la traducción al lenguaje algebraico partiendo de medias no acreditables en la escala 1-12 % establecida como parámetro. Al comparar las medias de ambos grupos, se pudo constatar que se encontraban en igualdad de condiciones académicas, lo que coincide con los trabajos de Matute, Pérez y Di 'Baco (2009) y Aguilar (2014).

Las actividades realizadas acorde con la propuesta didáctica del método de Pólya condujeron a resultados favorables, y se obtuvo mayor media de las calificaciones en el grupo experimental, expectativa inicial ante el desarrollo de los antecedentes. El resultado obtenido concuerda con los trabajos de Cardona (2007), Cedeño (2015) y Casimiro (2017), en los que se analizaron y observaron el desarrollo de las actividades basadas en el método y concluyeron que este influye significativamente en el rendimiento académico.

Dada la naturaleza heurística del método de Pólya, permitió al estudiante no mecanizar procedimientos, sino más bien explorar las posibles soluciones, efectuar la comprensión de la información y ser creativos en búsqueda de alternativa, tal y como se presentó en los trabajos de investigación de Benítez y Benítez (2014), quienes resaltaron que la metodología sustentada en el método de Pólya aporta mayor razonamiento e intuición, lo que logra que el estudiante adquiriera mayor seguridad y confianza.

Conclusiones

En relación con los resultados obtenidos se puede afirmar que la metodología de solución de problemas es efectiva en el desarrollo cognitivo del estudiante, en particular el método de Pólya, al mismo tiempo concreto y reflexivo, lo que proporciona la estructura base de análisis para plantear y desarrollar la solución a los problemas.

La prueba de hipótesis permite concluir que el método de solución de problemas representa la estrategia didáctica pertinente para incrementar el rendimiento académico de los estudiantes de primer semestre de la LNI de la Unacar.

Mediante la aplicación de la estrategia didáctica, los alumnos lograron desarrollar habilidades analíticas, tales como la comprensión de la información, la traducción del lenguaje algebraico, la comprensión para obtener información, el planteamiento metodológico y la aplicación de los procedimientos para la solución de problemas. Y se pudo constatar que esto favoreció en mayor porcentaje la aplicación de los conceptos algebraicos en la dimensión de síntesis según la taxonomía de Bloom: el grupo experimental obtuvo 23.11 % de ventaja, en estudiantes con un rendimiento de regular a alto en este campo, el cual representa el máximo desarrollo cognitivo dentro de los dominios seleccionados de acuerdo al manejo del lenguaje algebraico. Mientras que el grupo control solo logró alcanzar un rendimiento regular de 2.7 % de los estudiantes.

La habilidad de comprensión de textos y extracción de la información sigue exigiendo mayor atención debido a que, si bien el grupo experimental mejoró su habilidad considerablemente, este no aventaja al grupo control; únicamente logró nivelar su conocimiento y reducir la diferencia entre ambos. Aun con todo, la estrategia permitió reducir el porcentaje del alumnado que presentó un rendimiento nulo o bajo: de 22.84 % a favor del

grupo experimental antes de la estrategia a solo 4 % posterior a esta. Al comparar las tablas de los indicadores a evaluar en cada test, solo el grupo experimental logró avanzar a la fase de síntesis del conocimiento de acuerdo con la taxonomía de Bloom. Esto indica que el estudiante es más analítico, puede hacer uso metacognitivo o consciente de la información relacionando el conocimiento previo con el nuevo.

La relación que guarda la aplicación del método con el rendimiento académico se verificó positivamente a través de la determinación del coeficiente de Pearson. Este se encontró como valor del coeficiente de 0.836, el cual es muy cercano a la unidad, lo que indica que existe fuerte relación entre ellas y que es una relación positiva: a mayor número de actividades que realice el estudiante aplicando el método, mayor será el rendimiento obtenido en la evaluación del estudiante. Esto resultó favorable para disminuir el índice de reprobación y al mismo tiempo desarrollar la competencia de resolución de problemas.

La efectividad del método de Pólya para la solución de problemas puede verse en el desarrollo individual y de equipo mostrado en las figuras de este trabajo. El estudiante del grupo al que se le aplicó el método se muestra más seguro, participativo y, lo que es esperado, tiene un planteamiento claro, conciso, seguro y certero para llegar al resultado correcto.

Recomendaciones

Las recomendaciones que se describen son producto de la reflexión de los resultados obtenidos en la investigación, los cuales han sido favorables a los objetivos, hipótesis y pregunta de investigación planteada, lo que confirma las expectativas de investigación previstas. Sin embargo, es meritorio considerar que la estrategia puede ser fortalecida desde su diseño al plantear la metodología no solo en la solución de problemas, sino desde la estructura de los ejercicios que refuerzan cada tema. Esto daría más tiempo para la familiarización del planteamiento metodológico de Pólya. Con ello, al momento de abordar los problemas que ponen en práctica el conocimiento adquirido en la secuencia de aprendizaje, el estudiante podrá haberse afianzado con el método previamente, y llegado el momento solo preocuparse por el desarrollo del problema en sí.

El desarrollo de la estrategia didáctica pudiera tener factores alternos como lo es el horario en el que fue aplicada, debido a que el curso en el que se aplicó esta investigación fue de 9:00 a. m. a 11:00 a. m., con el inconveniente de que los estudiantes ingresaban al plantel desde las 7 a. m., con clase continua sin interrupción para conseguir alimento. Puede considerarse probar el tratamiento bajo otras condiciones.

También existe la posibilidad de enriquecer el método de Pólya con alguna otra estrategia adicional, como lo puede ser una herramienta tecnológica, o bien con alguna experiencia práctica en exploración de campo, por ejemplo. Esto con la intención de atender a las nuevas formas en las que el alumno se interesa por sus estudios y ve la aplicación de su conocimiento. De hecho, el aprendizaje de las matemáticas ha sido muy cuestionado en este aspecto por parte de quienes que buscan ver la utilidad de este ámbito en sus vidas profesionales futuras.

Otra circunstancia relevante es el resultado obtenido en la proyección del método al efectuar el ajuste de linealidad en la correlación entre las actividades realizadas a lo largo del desarrollo de la estrategia y el rendimiento académico obtenido. Al encontrarse un coeficiente de correlación alto, se pudo verificar que existe relación aplicable del método de Pólya para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes; sin embargo, el coeficiente de determinación indicó que es recomendable seguir más de cerca a los estudiantes que se encuentran en el nivel nulo o bajo de rendimiento académico. Puede ser concerniente al dominio de aplicación del conocimiento en el indicador de compresión y extracción de la información a ser aplicada, debido a que requieren más tiempo de procesamiento y ejecución de la cognición, y así tratar de impulsar su avance y lograr resultados favorables. Esto se puede llegar a lograr con adecuaciones en los tiempos de la estrategia en futuras investigaciones.

Como posibles adecuaciones, además, puede ser considerado trabajar con la taxonomía de Bloom en sus seis niveles del dominio cognitivo, puesto que, en la presente investigación solo se trabajaron con los cuatro niveles centrales.

Para dar un seguimiento más continuo a la estrategia desarrollada también pudiera darse el caso de efectuar evaluaciones intermedias y verificar el nivel de avance. Asimismo, seccionar posiblemente la evaluación: partir de un segmento independiente para evaluar lo

concerniente al conocimiento base de la Secuencia tres, objeto de este estudio, y otra aplicación diferida específica a la resolución de problemas. Esto es con el fin de que el aprendiz pueda enfocarse más claramente a la solución de problemas al momento de ser evaluado. Otra posibilidad para el dominio de la estrategia en sí es trabajar el método de Pólya desde otras Secuencias previas e incluso en todo el curso de Razonamiento Lógico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de la estrategia y con las evidencias de investigaciones que anteceden a esta, se puede considerar como posibles líneas de investigación seguir el método de Pólya en otros cursos, ya sea relacionados con las matemáticas o de diferentes campos del saber. De acuerdo con el cambio de actitud que mostraron los estudiantes que recibieron la aplicación de la estrategia, se propone poner a prueba el método bajo condiciones académicas renuentes al aprendizaje, por ejemplo, grupos con bajo interés o rendimiento. E incluso podemos cuestionar si los docentes efectúan planteamientos que sirvan verdaderamente de guía a los estudiantes en su aprendizaje, por tanto, como línea de investigación futura puede ser considerado tomar como población objeto de estudio a los profesores.

Referencias

- Acuña, V. (2010). *Resolución de problemas matemáticos y el rendimiento académico en alumnos de cuarto de secundaria de callao*. (tesis de magister). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú. Recuperado de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/123456789/1068/1/2010_Acu%C3%B1a_Resoluci%C3%B3n%20de%20problemas%20matem%C3%A1ticos%20y%20el%20rendimiento%20acad%C3%A9mico%20en%20alumnos%20de%20cuarto%20de%20secundaria%20de%20Callao.pdf.
- Aguilar, B. (2014). *Resolución de problemas matemáticos con el método de Pólya mediante el uso de Geogebra en primer grado de secundaria*. (tesis de maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Ibagué, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/626537/Bellanith%20Aguilar%20V%C3%A1squez.pdf?sequence=7>.

- Arancibia, V., Herrera, P. & Strasser, K. (2008). Manual de psicología educacional. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Benítez, S. y Benítez, L. (2014). La enseñanza a través de la resolución de problemas. Una experiencia de clase. En Lestón, P. (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27. (pp. 1215-1224). Ciudad de México, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/documentos/alme27.pdf>.
- Cardona, M. A. (2007). *Desarrollando el pensamiento algebraico en alumnos de octavo grado del CIE a través de la resolución de problemas*. (tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Tegucigalpa, Honduras.
- Casimiro, M. (2017). *Método de Pólya en la resolución de problemas de ecuaciones*. (tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/05/86/Casimiro-Maria.pdf>.
- Cedeño, F. (2015). *Importancia del método de resolución de problemas con ejemplo de la vida diaria en el aprendizaje de matemática en los estudiantes del nivel I de la Universidad Técnica de Manabí – Ecuador, 2015*. (tesis de maestría). Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6181/Cede%C3%B1o_if.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Díaz, J., Herrera, S., Saucedo, M. y Recio, C. (2015). El curso de razonamiento lógico y la actitud matemática de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2. Recuperado de www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/download/243/289.
- Díaz, J., Lagunes, C., López, M., y Recio, C. (2012). El video como auxiliar didáctico en el rendimiento académico de matemáticas a nivel superior. En Flores, R. (ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27. (pp. 265-274). Ciudad de México, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/documentos/alme27.pdf>.

- Escalante, S. (2015). *Método Pólya en la resolución de problemas matemáticos*. (tesis de licenciatura). Universidad Rafael Landívar, Quetzaltenango, Guatemala. Recuperado de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/05/86/Escalante-Silvia.pdf>.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5.^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Herrera, S. (2013). *Desarrollo de la competencia solución problema a través del método de casos en alumnos de licenciatura*. (tesis inédita de maestría). Universidad Hispanoamericana Justo Sierra, San Francisco de Campeche, México.
- Matute, S., Pérez L. y Di Bacco, L. (2009). Estudio comparativo de la resolución de problemas en el rendimiento estudiantil en el contenido de electroquímica. *Revista electrónica: Actualidades Investigativas en Educación*, 1(9), 1-17. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713054010>.
- Rodríguez, J. y Yangali, J. (2016). Aplicación del método de Pólya para mejorar el rendimiento académico de matemática en los estudiantes de secundaria. *INNOVA*, 1(10), 12-20. Recuperado de <http://www.journaluidegye.com/magazine/index.php/innova/article/view/53>.
- Roque, J. (2009). *Influencia de la enseñanza de la matemática basada en la resolución de problemas en el mejoramiento del rendimiento académico*. (tesis de magister). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/1704>.
- Saucedo, M., Herrera, S., Díaz, J., Bautista, S. y Salinas, H. (2014). Indicadores de reprobación: Facultad de Ciencias Educativas (Unacar). *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 5(9). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4981/498150317007.pdf>.
- Universidad Autónoma del Carmen [Unacar]. (2010). *Modelo Educativo Acalán*. Campeche, México: Universidad Autónoma del Carmen.

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Santa del Carmen Herrera Sánchez
Metodología	Principal: Mario Saucedo Fernández, que apoya: Martha Elena Espinosa Carrasco
Software	Mario Saucedo Fernández
Validación	Principal: Santa del Carmen Herrera Sánchez , que apoya: Martha Elena Espinosa Carrasco
Análisis Formal	Principal: Mario Saucedo Fernández, que apoya: Santa del Carmen Herrera Sánchez
Investigación	Martha Elena Espinosa Carrasco
Recursos	Martha Elena Espinosa Carrasco
Curación de datos	Santa del Carmen Herrera Sánchez
Escritura - Preparación del borrador original	Martha Elena Espinosa Carrasco
Escritura - Revisión y edición	Principal: Mario Saucedo Fernández, que apoya: Santa del Carmen Herrera Sánchez
Visualización	Santa del Carmen Herrera Sánchez
Supervisión	Mario Saucedo Fernández
Administración de Proyectos	Santa del Carmen Herrera Sánchez
Adquisición de fondos	Mario Saucedo Fernández