

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática

A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers

Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

¹Nolbert González-Hernández*

²Osvaldo Jesús Rojas-Velázquez

³Miguel Cruz-Ramírez

¹Universidad de Holguín, Cuba. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9579-1073>

²Universidad Antonio Nariño, Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-3327-3799>

³Universidad de Holguín, Cuba., <https://orcid.org/0000-0002-1697-1624>

nolbertreblon@gmail.com

Resumen

En la investigación se aplica un procedimiento didáctico para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas matemáticos. En este sentido, la construcción del procedimiento didáctico tuvo dos etapas: una de perfeccionamiento inicial basada en el criterio de expertos y otra de implementación basada en actividades de planteo y resolución de problemas en el aula, mediante el empleo de la visualización como método heurístico. Como resultado, se obtiene un valor de consenso alto en la consulta a expertos y se constatan resultados significativos en el empleo de este procedimiento didáctico. En consecuencia, se concluye que es viable el procedimiento didáctico elaborado para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas matemáticos.

Palabras clave: modelo didáctico; visualización matemática, planteo y resolución de problemas

Resumo

Na investigação, um procedimento didático é aplicado para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de levantar e resolver problemas matemáticos. Nesse sentido, a construção do procedimento didático teve duas etapas: uma de aprimoramento inicial com base em critérios de especialistas e outra de implementação parcial com base em atividades de proposição e resolução de problemas em sala de aula, por meio do uso da visualização como método heurístico. Como resultado, um alto valor de consenso é obtido ao consultar especialistas e resultados significativos são encontrados no uso desse procedimento didático. Consequentemente, conclui-se que é viável o procedimento didático elaborado para desenvolver o processo de ensino-aprendizagem de levantar e resolver problemas matemáticos.

Palavras-chave: modelo didático; visualização matemática, colocando e resolvendo problemas

Abstract

In the present research, a didactic procedure is applied in order to develop the teaching-learning process of posing and solving mathematical problems. In this sense, the development of the didactic method had two stages: one related to the initial improvement, based on expert criteria, and another that implies partial implementation, based on activities of posing and solving problems in the classroom, through the use of visualization as a heuristic method. As a result, a high consensus value is obtained when consulting experts, and significant results are found in the use of this didactic procedure. Consequently, it is concluded that the didactic method elaborated to develop the teaching-learning process of posing and solving mathematical problems is feasible.

Key words: didactic model; mathematical visualization, posing and solving of problems

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

Introducción

El trabajo metodológico es definido por el Ministerio de Educación Superior (2018) como "...la labor que, apoyados en la Didáctica, realizan los sujetos que intervienen en el proceso docente-educativo, con el propósito de alcanzar óptimos resultados en dicho proceso..." (p. 651). En este aspecto, el contenido del trabajo metodológico tiene como sustento esencial las categorías, los principios y las leyes de la didáctica, por lo que es aceptado por la comunidad científica como un constructo relacionado con el proceso de enseñanza-aprendizaje (Campos, 2020; García y Perdomo, 2021; Mena et al., 2020; Rodríguez et al., 2020).

En las investigaciones científicas relacionadas con la didáctica se establece la necesidad de realizar trabajos metodológicos con el objetivo de desarrollar de forma activa el proceso de enseñanza-aprendizaje (Rivero et al., 2019). Al respecto, se enfatiza en la necesidad de asumir nuevos modelos didácticos que permitan alcanzar este objetivo. En este marco, Caballero y Ossa (2020) y Hernández (2019) afirman que el trabajo metodológico con base a modelos activos permite que el docente guíe a los estudiantes para que aprendan de una forma dinámica, en que la interacción continua profesor estudiante promueve la reconstrucción del conocimiento desde una posición reflexiva, en la que se pueden emplear diferentes sistemas de representaciones semióticas.

El desarrollo activo del proceso de enseñanza-aprendizaje se vincula con la obtención de mejores resultados respecto a la aprehensión y comprensión de los contenidos que se imparten de forma general (Terry et al., 2021) y a un mayor rendimiento en el proceso de planteo y resolución de problemas matemáticos de forma particular (Kazuša, 2020; Rojas, 2021; Salazar, 2021). En este sentido, Cumino (2019) y Ulin et al. (2020) afirman que el empleo de la visualización permite un desarrollo dinámico del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y del proceso de planteo y resolución de problemas de forma específica (Adame et al., 2019; González et al., 2022).

La presente investigación surge a partir de la identificación de limitaciones constatadas empíricamente en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas que se desarrolla en la carrera Licenciatura en Educación Matemática de la Universidad de Holguín. En esta dirección se observa que frecuentemente, existen dificultades en la representación de problemas matemáticos empleando diferentes sistemas semióticos, se limita la comprensión del significado de las soluciones obtenidas cuando se resuelve un problema matemático y se representa de forma incorrecta los objetos, operaciones y relaciones que intervienen en los problemas planteados. Por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la viabilidad de un procedimiento didáctico

basado en el empleo de la visualización como método heurístico, para potenciar el planteo y la resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática.

Un procedimiento didáctico se basa en acciones flexibles, dinámicas y constructivas, es un conjunto de operaciones organizadas y planificadas por el profesor con el objetivo de lograr el aprendizaje de los alumnos. Chilingua y Balladares (2020) afirman que un procedimiento didáctico "... es ideal en situaciones que impliquen estímulos visuales complejos, donde el docente formulará a los estudiantes las interrogantes..." (p. 56). En este aspecto, el procedimiento didáctico que se propone tiene un carácter heurístico al tener en cuenta la actividad del profesor para enseñar en unidad indisoluble con la actividad de los estudiantes para aprender. Además, se ha tenido en cuenta la complejidad del proceso de planteo y la resolución de problemas y la factibilidad de aplicar el procedimiento didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla en la Carrera Licenciatura en Educación Matemática de la Universidad de Holguín.

Para la concreción del procedimiento didáctico en la práctica son fundamentales dos premisas: los docentes deben estar conscientes de la necesidad de dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas. Para ello, deben incorporar el uso de la visualización matemática a su actividad docente con carácter sistemático y sistémico; el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas se debe desarrollar de formas que los estudiantes adopten una posición protagónica y productiva.

El procedimiento didáctico diseñado está compuesto por cuatro etapas, cada una de ellas tiene un objetivo definido, así como las principales acciones que se implementarán. A continuación, se describe el procedimiento didáctico y las etapas para su aplicación.

Procedimiento didáctico basado en el empleo de la visualización como método heurístico para potenciar el planteo y la resolución de problemas.

Fase 1. Planteo del problema

Procedimientos del profesor: plantea el problema empleando diferentes sistemas semióticos (gráfico, analítico, coloquial, entre otros) partiendo de la necesidad de resolver el mismo. Para esto, utiliza procedimientos estudiados anteriormente, usa analogías, profundiza en la forma de plantear el problema de una forma simple. Plantea nuevos problemas más fáciles de resolver que contribuya a la resolución del problema original. De forma general, contribuye al desarrollo integral, personal y profesional del estudiante.

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

Procedimientos del estudiante: busca el significado de palabras claves, separa los datos que se ofrecen en el problema de la(s) incógnita(s), busca analogías con otros problemas resueltos anteriormente, empleando varios sistemas de representación busca relaciones entre lo dado en el problema y la(s) incógnita(s).

Fase 2. Elaboración de estrategias de solución

Procedimientos del profesor: integra las formas de resolver el problema planteadas por los estudiantes, determina vías racionales de solución mediante debates donde se propicie la autocorrección y la representación de las mismas, identifica errores, sugiere estrategias de resolución móviles donde se pueda emplear el trabajo hacia atrás.

Procedimientos del estudiante: representa el problema en diferentes sistemas semióticos, determina vías de solución de forma algebraica, gráfica, emplea transformaciones, entre otros. Selecciona la forma más racional basándose en su análisis personal y en el análisis de otros estudiantes.

Fase 3. Solución del problema

Procedimientos del profesor: propone la ejecución de las estrategias de solución elaboradas, enfatiza en la fundamentación lógica-matemática de cada operación que se hace, enfatiza en la necesidad de representar la solución obtenida.

Procedimientos del estudiante: realiza construcciones geométricas, esboza esquemas, relaciona las construcciones geométricas hechas y los esquemas con su representación algebraica, fundamenta objetos, operaciones y relaciones empleados en la aplicación de la estrategia de solución seleccionada.

Fase 4. Evaluación de la solución

Procedimientos del profesor: propone una comprobación rigurosa de la solución obtenida y generaliza las vías más racionales, simples y lógicas empleadas para solucionar el problema. Sugiere replantar nuevos problemas añadiendo o suprimiendo condiciones al problema original.

Procedimientos del estudiante: comprueba si existen contradicciones entre las soluciones obtenidas y lo planteado en el problema, compara los procedimientos utilizados por otros estudiantes para resolver el problema, elabora esquemas de solución, plantea nuevos problemas.

El procedimiento didáctico expuesto, permite que el profesor oriente a sus estudiantes y enfatice en la necesidad de emplear varios sistemas de representaciones con el objetivo de comprender mejor el problema. En este sentido, se desarrollan cuatro etapas para emplear el procedimiento didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas.

Etapa 1. *Diagnóstico de los estudiantes*

Objetivo: Comprobar el estado actual del planteo y la resolución de problemas, enfatizando en el empleo de la visualización.

Acciones fundamentales: elaborar los instrumentos para la realización del diagnóstico, realizar el diagnóstico y el análisis de los resultados.

El diagnóstico de los estudiantes tiene como principal objetivo revelar su estado real, en cuanto a sus posibilidades cognoscitivas, afectivas y valorativas para plantear y resolver problemas. En tal sentido, se considera que en este diagnóstico se tenga en cuenta los siguientes elementos: el estado actual respecto a los contenidos antecedentes; su disposición para aprehender cada contenido; su capacidad para reflexionar ante determinada tarea de aprendizaje; su participación en clases; sus necesidades; sus procedimientos de aprendizaje y sus dificultades.

Sobre la base del dominio de los contenidos antecedentes por los estudiantes, el profesor puede planificar las diferentes situaciones de aprendizaje. De esta manera, se trabaja con sus potencialidades y se consolida lo aprendido. Por lo que, se trazan nuevas metas en su desarrollo y se determina cuáles estudiantes necesitan intervenciones del docente en su actividad y cuáles pueden hacerlo de manera independiente. Además, el diagnóstico no puede limitarse solo al comienzo del proceso docente, debe tener carácter sistémico y permanente para comprobar cómo tiene lugar la evolución de los estudiantes, y en correspondencia, introducir, transformar o ajustar la estrategia didáctica.

Etapa 2. *Planificación de la estrategia*

Objetivo: Propiciar las condiciones necesarias para la puesta en práctica del procedimiento didáctico, a partir de los resultados del diagnóstico.

Acciones fundamentales: preparación de los profesores respecto a las características del procedimiento didáctico, reflexión de los participantes sobre los requisitos para diseñar las tareas a desarrollar en el aula, selección de los procedimientos y su utilización en correspondencia con el método de visualización.

En esta etapa se debe realizar por el colectivo pedagógico un intercambio de criterios para enriquecer la preparación de las asignaturas. Es necesario, además, considerar añadir o suprimir los requisitos que han sido determinados para diseñar las actividades docentes respecto a los componentes académico, laboral e investigativo en cada uno de las asignaturas de la carrera. Estos requisitos son:

- Los problemas deben ser más complejos a medida que se transita por años superiores de la carrera,

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

- Desarrollar tareas docentes que partan de la necesidad de solucionar problemas cotidianos. Esto debe propiciar la motivación de los estudiantes por alcanzar soluciones positivas.

- Utilizar medios de enseñanzas para el funcionamiento de los procedimientos que tiene asociado el método didáctico de visualización, el empleo de estos medios de enseñanza debe contribuir a la generalización, la abstracción y al razonamiento lógico-heurístico.

- La bibliografía debe ser diversa, actualizada y estar en correspondencia con los objetivos que se pretenden alcanzar.

Etapa 3. Implementación del procedimiento didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas

Objetivo: ejecutar las diferentes acciones diseñadas en la planificación del procedimiento didáctico.

Acciones fundamentales: desarrollar tareas docentes relacionadas con el planteo y la resolución de problemas enfatizando en el empleo de diferentes sistemas semióticos.

Se debe empezar con el planteamiento de los problemas que se pretenden solucionar, este planteamiento se realiza en colectivo guiado por el profesor. Se sugiere emplear en el desarrollo de estas actividades docentes: exposiciones problémicas donde se enfatice en el empleo de la visualización; elaboración de gráficos analíticos utilizando tecnologías informáticas, que permitan establecer generalizaciones, buscar diferencias y similitudes.

En esta etapa se debe garantizar que los estudiantes se desarrollen con sus posibilidades y potencialidades, que alcancen cierto grado de independencia. Esto es fundamental si se tiene en cuenta su futura labor como profesores de Matemática. El docente debe verificar que se ejecute el trabajo, orientar constantemente con el cuidado de no revelar ningún razonamiento que deban ejecutar los estudiantes. En este sentido, se debe brindar información, pero solo la necesaria.

Etapa 4. Evaluación de la estrategia

Objetivo: considerar la puesta en práctica del procedimiento didáctico y realizar correcciones si se necesita.

Acciones fundamentales: analizar el desarrollo de los estudiantes de forma individual respecto a los indicadores determinados para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, valorar si los estudiantes incorporan el empleo de la visualización a su actividad.

La evaluación debe estar presente desde el diagnóstico en la valoración del desarrollo del proceso de aprendizaje-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas. Además, debe ser tomada en cuenta

como un mecanismo para corregir e introducir modificaciones en correspondencia con los resultados que se obtengan.

En esta etapa, se valora si los estudiantes han incorporado el empleo de la visualización en su actividad cognoscitiva. Las actividades evaluativas deben servir de guía y ofrecen a los docentes una forma de medir el aprendizaje alcanzado por los estudiantes, su crecimiento y su disposición a prepararse sistemáticamente. También, permite revelar si se ha incorporado el empleo de la visualización a su modo de actuación.

Materiales y métodos

En la investigación ostenta igual importancia las variables cualitativas como las cuantitativas. En este sentido, en una primera en los estudios que se realizan se recoge información. Posteriormente, esta información es integrada durante una segunda etapa en la que se busca una crítica profunda para perfeccionar el procedimiento didáctico y su concreción en la práctica. En la segunda etapa, se somete el procedimiento didáctico a un criterio de expertos con el objetivo de evaluar su pertinencia. Para ello, es necesario el intercambio con profesores que desarrollan el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera Licenciatura en Educación Matemática, así como docentes investigadores en el área del planteo y la resolución de problemas y en el empleo de la visualización en la enseñanza de la Matemática.

Con el objetivo de evaluar la viabilidad del procedimiento didáctico propuesto, se socializa el mismo mediante debates con profesores experimentados en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. Finalmente, se realiza una intervención práctica relacionada con el empleo de la visualización matemática en el planteo y la resolución de problemas, en los grupos de Licenciatura en Educación Matemática de la Universidad de Holguín. Este estudio es asumido como estructurador para su aplicabilidad.

Resultados y discusión

Criterio de expertos: se obtiene el contenido de la consulta y se procede a la determinación del coeficiente de competencia k (Cruz y Martínez, 2017) con el objetivo de seleccionar los diez expertos con más capacidades respecto al empleo de la visualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y en el planteo y resolución de problemas. Como resultado, se obtienen valores k entre 0.51 y 0.92 y de 30 profesores consultados se determina que, 21 son de alta competencia, 7 de competencia media y 2 de competencia baja. Se efectúa un análisis de los aspectos profesionales de

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

los 10 investigadores con más alto nivel de competencia, se resalta la alta experiencia alcanzada en el ámbito de su labor y la incidencia de los análisis teóricos realizados respecto al tema.

Partiendo de la selección de estos diez expertos de más alta competencia, se procede a la aplicación del Método Delphi de Nube (Cruz y Cables, 2022). Este método se seleccionó para procesar la información obtenida porque tiene en cuenta la incertidumbre, debido a que los especialistas pueden emitir una evaluación en un intervalo (evaluación mínima-evaluación máxima) a diferencias del Delphi tradicional donde se emite un juicio único (evaluación exacta). Las evaluaciones emitidas por los expertos se resumen en la Tabla 1 en forma de intervalo.

Tabla 1. Intervalos de evaluación emitidas por los expertos

| Exp_1 | Exp_2 | Exp_3 | Exp_4 | Exp_5 | Exp_6 | Exp_7 | Exp_8 | Exp_9 | Exp_10 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| [84,90] | [90,99] | [87,95] | [79,95] | [92,95] | [88,99] | [90,98] | [85,95] | [89,99] | [95,98] |

Para el procesamiento de la información, tomando en cuenta las complejidades técnicas de los algoritmos requeridos para realizar el Método Delphi de Nube, se empleó la función *CloudDelphi* desarrollada por Cruz (2020) en el entorno y lenguaje de programación estadística R. Se obtienen los resultados que aparecen resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados exportados de la consola de R

| Var. | Exp_1 | Exp_2 | Exp_3 | Exp_4 | Exp_5 | Exp_6 | Exp_7 | Exp_8 | Exp_9 | Exp_10 | Exp_s |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Ex | 87.00 | 94.50 | 91.00 | 87.00 | 93.50 | 93.50 | 94.00 | 90.00 | 94.00 | 96.50 | 92.10 |
| En | 1.00 | 1.50 | 1.33 | 2.67 | 0.50 | 1.83 | 1.33 | 1.67 | 1.67 | 0.50 | 3.33 |
| He | 0.17 | 0.25 | 0.22 | 0.44 | 0.08 | 0.31 | 0.22 | 0.28 | 0.28 | 0.08 | 0.23 |
| W | 0.11 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.22 | 0.06 | 0.08 | 0.07 | 0.07 | 0.21 | 1.00 |
| Δ En | 1.00 | 1.50 | 1.33 | 2.67 | 0.50 | 1.83 | 1.33 | 1.67 | 1.67 | 0.50 | 3.33 |
| Unc | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 1.17 |

La Figura 3 facilita la comprensión de los datos: puede observarse que las opiniones de los expertos son discordantes, no obstante, se puede determinar un grado de consenso ya que la nube promedio *Exp_s* presenta menor incertidumbre en valores cercanos a 92.10 y mayor incertidumbre en valores cercanos a 88 y 97. Por lo que, el valor de consenso alcanzado de manera colectiva se considera muy bueno (92.10).

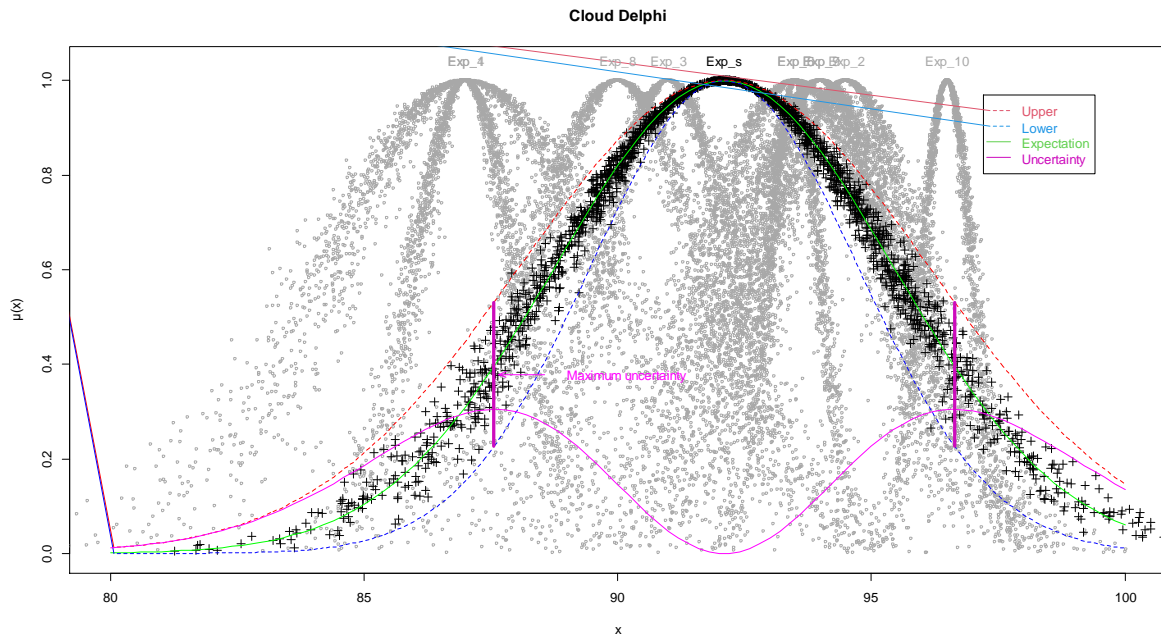


Figura 3. Procesamiento de las evaluaciones emitidas mediante la función Cloud Delphi

Se observa, además, que el experto número diez es muy seguro en la evaluación que emite, mientras el experto número cuatro emite una evaluación de una forma más indecisa. Por lo que, si se analizan estos resultados se observa además que, el experto número cinco posee mayor peso relativo ($w=0.22$) en comparación a los demás expertos, seguido por el experto número diez ($w=0.21$). Justifica su mayor peso (w) el hecho de se localiza en valores cercanos a 92.1 de la nube promedio Exp_s , que es precisamente el valor esperado de la variable Expectación (Ex).

En el desarrollo de los debates, los profesores mostraron su interés por participar y por seguir una lógica crítica y colaborativa. En una primera fase se les solicita que de manera individual plantearan sus impresiones sobre la propuesta teórico-metodológica, lo positivo y lo negativo de la misma, así como sus sugerencias de cambios o mejoras. En una segunda fase, se genera un debate e intercambio de opiniones, sugerencias y enriquecimiento de las propuestas. Respecto a la efectividad del procedimiento didáctico, los especialistas pronostican un profundo impacto luego de su aplicación. Se coincide que, en el procedimiento didáctico se complementa el empleo de la visualización para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas.

Los criterios emitidos sobre los aspectos que se debatieron en las fases antes expuestas de los talleres de reflexión, son recogidos mediante votaciones realizadas de manera independiente por los expertos. Para organizar estos criterios las categorías empleadas fueron muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). En los resultados se evidencian

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

un nivel de consenso entre los especialistas que se manifiestan mayoritariamente entre muy adecuado (MA) y bastante adecuado (BA).

La mayoría de los especialistas coinciden en que resulta novedosa la propuesta del procedimiento didáctico basado en el empleo de la visualización para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas. De forma general, se expresaron criterios favorables sobre el hecho de ser una propuesta original para la enseñanza de la Matemática, así como para el empleo de analogías y la reducción de problemas con soluciones desconocidas a problemas con soluciones conocidas. Los especialistas coincidieron en la novedad de emplear diferentes sistemas semióticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática mediante el empleo de la visualización.

El procedimiento didáctico es perfeccionado partiendo de los criterios obtenidos en la consulta a expertos y posteriormente es aplicado en la carrera de Licenciatura en Educación Matemática, con la participación de 35 estudiantes del curso regular diurno en el periodo en el periodo 2020-2022. Esta muestra consiente en casi la totalidad de estudiantes de la carrera, en cada uno de los cuatro años. Se desarrolla dos actividades con el objetivo de recoger datos cuantitativos antes y después de la intervención en la práctica. El objetivo de estas actividades es constatar qué nivel tiene el grupo respecto a las variables dependientes, antes y después de la intervención práctica (Hernández et al., 2010).

Las dos actividades (pree y post actividad) consisten en que los estudiantes planten un problema utilizando objetos, relaciones y operaciones relacionadas con contenidos elementales de matemática. Posteriormente, se les pide a los estudiantes que resuelvan el problema formulado con el objetivo de que se percaten de posibles errores cometidos en la elaboración. Para finalizar, en las dos actividades se les da la opción a los estudiantes de volver a formular el problema.

El procedimiento didáctico es utilizado para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y la resolución de problemas. Las disciplinas seleccionadas fueron las de Análisis Matemático, Álgebra y Geometría por considerarse óptimas para la aplicación de la propuesta y por contener gran parte del contenido matemático que se imparte en la carrera seleccionada. Se destaca que los grupos en que se realiza la intervención práctica son de años diferentes, por lo cual se recogen datos de forma individual en cada grupo, teniendo en cuenta los contenidos que se imparten en cada año. Los resultados de las actividades desarrolladas ante (pre-actividad) y después (post-actividad) de la intervención práctica se exponen a continuación (ver Figura 4).

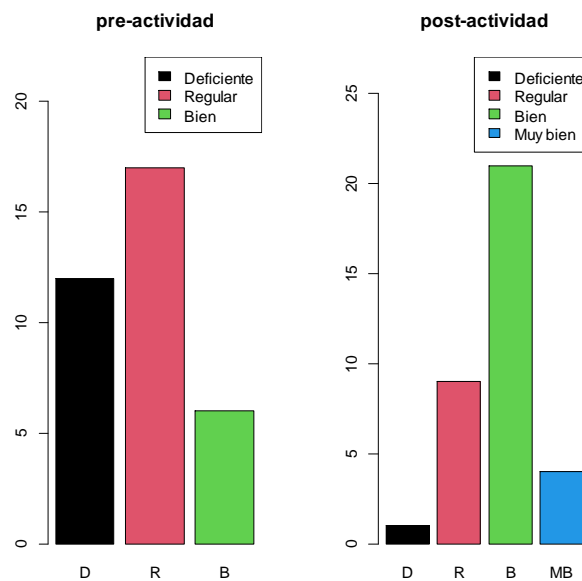


Figura 4. Resultados de las actividades desarrolladas.

En el desarrollo de la pre-actividad 12 estudiantes obtuvieron una calificación deficiente, 17 estudiantes obtuvieron una calificación regular y 6 estudiantes obtuvieron la calificación de bien. Por otra parte, en el desarrollo de la post-actividad 2, un estudiante obtuvo una calificación deficiente, 9 estudiantes obtuvieron la calificación de regular, 21 estudiantes obtuvieron la calificación de bien y 4 estudiantes obtuvieron la calificación de muy bien. Para determinar si existe diferencia significativa se procesan los resultados mediante una Prueba t para muestras relacionadas. Este procedimiento calcula las diferencias entre los valores de las variables de cada caso y contrasta si la media difiere de cero (Garzón y Villota, 2020).

La prueba t para muestras relacionadas es aplicada a los resultados obtenidos en la pre-actividad y en la post-actividad, y proyecta $p = 0.00008653$ en un intervalo de confianza del 95 %. Como $p < 0.05$ se puede afirmar que las medias entre la pre-actividad y la post-actividad son significativamente diferentes, en consecuencia se concluye que el procedimiento didáctico favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje del planteo y resolución de problemas.

Con la aplicación del procedimiento didáctico se evidenció un incremento de la calidad en el planteo y la resolución de problemas, palpable en la seguridad que mostraron los estudiantes y la confianza a la hora de elaborar estrategias de resolución a los problemas planteados (por el profesor o por estudiantes). Además, se observó un aumento en las habilidades para plantear problemas partiendo de condiciones iniciales dadas por los docentes, así como en la solución a los problemas planteados.

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

Conclusiones

El análisis de la literatura científica relacionada con el empleo de la visualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y sobre el proceso de planteo y resolución de problemas, en unión con un recorrido epistemológico de estas dos categorías permite determinar los fundamentos para desarrollar la presente investigación. En este sentido, el procedimiento didáctico que se plantea está sustentado en el empleo de la visualización para desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma activa.

El análisis de los resultados de la consulta a expertos, los talleres de reflexión y la intervención práctica, arrojaron resultados favorables que corroboran viabilidad del procedimiento didáctico que se plantea en la investigación. En este sentido, la consulta a expertos permitió sobre la base de sus experiencias enriquecer la coherencia del mismo.

Referencias

- Adame, A., Torres, M., Borjón, E. y Hitt, F. (2019). Niveles de comprensión del concepto de identidad trigonométrica mediante visualización matemática en GeoGebra. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 32(1), 364-373.
<http://funes.uniandes.edu.co/13938/1/Adame2019Niveles.pdf>
- Caballero, R., y Ossa, R. (2020). Una revisión teórica y conceptual de la pedagogía y la didáctica en las facultades de educación, educación física y bellas artes de la UPN [Tesis de licenciatura].
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12950>
- Campos, I. (2020). Experiencias del trabajo metodológico para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje de la clase encuentro. *Revista Educación y Pensamiento*, 27(30), 26-35.
<http://www.educacionypensamiento.colegiohispano.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/115>
- Chiliquinga, F., y Balladares, J. (2020). Rutinas de pensamiento: Un proceso innovador en la enseñanza de la matemática. *Revista Andina de Educación*, 3(1), 53-63.
<https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.9>
- Cruz, M. (2020): Una función en R para el método Delphi de nube. Aplicaciones al pronóstico educacional. *Tecnología Educativa*, 5, 95–107.
<https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/210/153>

- Cruz, M. y Martínez, M. (2017). Mejorando una metodología para la selección de expertos en las investigaciones educacionales. *8va Conferencia Científica Internacional*, Universidad de Holguín. <https://eventos.uho.edu.cu/index.php/ccm/cci2017/paper/view/1458/874>
- Cruz, R. y Cables, H. (2022). Un estudio comparado de dos enfoques no deterministas en el Delphi de pronóstico. *Investigación Operacional*, 43 (2), 102-120. <https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/covidwho-1589919>
- Cumino, C. (2019). Mathematical visualization, manipulatives and geometric problem solving: a case of study. *Education and New Developments*. DOI: 10.36315/2019v2end037
- García, M., & Perdomo, L. (2021). Preparación metodológica para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje en la Ingeniería Industrial. *Mendive*, 19(2), 578-599. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962021000200578
- Garzón, M. y Villota, W. (2020). Prueba t para muestras relacionadas e independientes usando Rstudio, para que sirve y cómo aplicarlo. En T. Fontaines-Ruiz, J. Maza-Cordova, J. Pirela, Y. Armaza, (Ed). *Convergencias y divergencias en investigación*, 192-203. <http://www.idi-unicyt.org/wp-content/uploads/2020/08/Libro-convergencias-divergencias-tendin.pdf>
- González, N., Garcés, W., & Grimaldy, L. (2022). Empleo de la visualización matemática en el proceso de planteo y resolución de problemas. *Didasc@lia: Didáctica y educación*, 13(2), 1–21. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalia/article/view/1209>
- Hernández, D. (2019). Influencia del conocimiento y las actitudes hacia las Tac, en su uso didáctico por parte de los docentes, para generar clases interactivas en educación básica secundaria y media [Tesis de doctorado]. https://repositorio.umecit.edu.pa/bitstream/handle/001/2342/Diego_Hernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación (Quinta edición). ISBN: 978-607-15-0291-9. <https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Kazuša, I. (2020). Didactic model based on principles of critical thinking. Proceedings of the International Scientific Conference, 1, 350-362. <https://doi.org/10.17770/sie2020vol1.4943>
- Mena, T., López, E., & Silva, L. (2020). Una nueva mirada: sistema para el trabajo metodológico en disciplinas docentes complejas. *Mendive*, 18(4), 923-939. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962020000400923

Un procedimiento didáctico para potenciar el planteo y resolución de problemas en la formación inicial de profesores de Matemática/A didactic method to promote the posing and solving of problems in the initial training of Mathematics teachers/Um procedimento didático para promover a colocação e resolução de problemas na formação inicial de professores de Matemática

Ministerio de Educación Superior (2018). Reglamento de Trabajo Docente y Metodológico de la Educación Superior. Resolución Ministerial No. 2/2018. Gaceta Oficial. No. 25. Cuba. <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/resolucion-2-de-2018-de-ministerio-de-educacion-superior>

Rivero, Y., Pérez, R., y Hernández, L. (2019). Los niveles organizativos del trabajo metodológico en función del currículo institucional. *Educación y Pedagogía VII*, 146-161. <https://redipe.org/wp-content/uploads/2020/05/Educacion-y-pedagogia-vii-parte-I.pdf#page=146>

Rodríguez, L., Pérez, Y., & Pérez-Ponce, N. (2020). La habilidad para formular problemas en la enseñanza y el aprendizaje de la solución de problemas de Física y de Matemática. *LUZ*, 20(1), 40-54. <https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1081>

Rojas, O. (2021). A didactic model to favor the positive use of error in the initial teacher training. The 14th International Congress on Mathematical Education (ICME 14).

Salazar, C. (2021). Impacto de la implementación del Modelo didáctico alternativo para la resolución de problemas aritméticos en la básica primaria MIRPROAR. Universidad UMECIT. <http://repositorio.umecit.edu.pa/handle/001/3463>

Terry, E., Martínez, L., & Muñoz, L. (2021). Modelo didáctico para la formación de la cultura matemática. *Revista Cubana de Educación Superior*, 40(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000200015

Ulin, Z., Sudjadi, I., y Nurhasannah, F. (2020). Mathematical Visualization Process of Students in Solving Geometry Problems. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education, ICE 2019*, 27-28. <https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.28-9-2019.2291021>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

Declaración de contribución de autoría

Nolbert González Hernández: Conceptualización, Investigación, Metodología, Validación, Redacción de original.

Oswaldo Jesús Rojas Velázquez: Investigación, Curación de datos, Administración del proyecto, Supervisión.

Miguel Cruz Ramírez: Investigación, Curación de datos, Análisis formal, Redacción y edición, Visualización.