

LA COMPRENSIÓN EN EL PROCESO DE RESOLUCIÓN DE LOS PROBLEMAS DE PLANTEO ALGEBRAICO

Dra. C. Cila Mola Reyes¹, M. Sc. Eugenia Altagracia Castro Araujo², Dr. C. Reinaldo Sampedro Ruiz^{1*}, Dr. C. Arnaldo Espíndola Artola¹

¹Universidad de Camagüey, cila.mola@reduc.edu.cu; arnaldo.espindola@reduc.edu.cu

²Universidad Autónoma de Santo Domingo, eugenia0165@gmail.com

*Autor para la correspondencia. Email: reinaldo.sampedro@reduc.edu.cu;

Recibido: 4-7-2017 / Aceptado: 15-8-2017

RESUMEN

La educación matemática plantea nuevas necesidades para el presente siglo; poniendo énfasis en la formación de estudiantes competentes en la resolución de problemas. La resolución de problemas ha sido un tema ampliamente debatido a lo largo de la historia, al menos como habilidad o destreza, entre otras conceptualizaciones; sin embargo, poca atención se le ha prestado a los factores que intervienen en su proceso de comprensión. El trabajo que se presenta pretende brindar algunas consideraciones teóricas sobre la comprensión y finalmente trata de contextualizarse a la problemática objeto de atención con el objetivo de promulgar un espacio al debate con el fin de que sea enriquecido con la experiencia de los profesores. Los resultados obtenidos con la aplicación de métodos y técnicas de investigación, permitieron confirmar que ese desempeño actualmente se expresa a un nivel insatisfactorio de actuación. Se concluyó buscar formas más efectivas para su logro en los estudiantes.

Palabras clave: comprensión, resolución, problemas, algebraico.

UNDERSTANDING AS A PHASE OF THE ALGEBRAIC PROBLEMS RESOLUTION PROCESS

ABSTRACT

Mathematics education poses new needs for the present century; with emphasis on the training of competent students in solving problems. This has been a theme widely debated throughout history, at least as skill or dexterity, among other conceptualizations; however, little attention has been paid to the factors involved in its comprehension process. The work presented intends to offer some considerations some theoretical considerations on the understanding and finally tries to contextualize to the problematic object of attention with the objective of promulgate a space to the debate In order to enriched it with the facilitator expiriences. The results obtained with the application of investigative methods and techniques allowed to confirm that, at the moment, this performing is expressed at an unsatisfactory level. The results concluded to look for more effective forms for its achievement in the students.

Key words: understanding, resolution, problems, algebraic.



1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, los problemas y su resolución han sido de los aspectos principales de investigación en el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática a nivel internacional. No es de extrañar, por tanto, que tenga una presencia importante en los currículos de todos los niveles educacionales de cualquier país del mundo, como medio de construir y adquirir conocimiento nuevo y por ser un proceso de aplicación de lo que había sido construido previamente (Alonso 2001; Blanco y Cárdenas, 2013; Gascó 2014). Siendo además, los procedimientos para su resolución de gran utilidad en las restantes ciencias y el que en este proceso desempeña un papel muy importante la discusión de estrategias y el significado de las soluciones (Montes y col., 2011; Cárdenas 2014).

En lo específico, la matemática en la educación en la República Dominicana, se concibe como objetivo formativo general, la presentación y tratamiento de los nuevos contenidos a partir del planteamiento y solución de problemas propios de las diferentes asignaturas y de la vida cotidiana, sobre la base del razonamiento lógico (González 2011). Además, en las orientaciones al proceso de resolución de problemas, se enfatiza en propiciar en el alumno la reflexión, la elaboración de sus propios procedimientos en la búsqueda de significados, el análisis de métodos adecuados y se insta a desarrollar habilidades para la lectura, la búsqueda de información, la interpretación de diversas fuentes y la argumentación y comunicación de las ideas matemáticas (Fundamentos del Currículos del Nivel Medio de la Educación Dominicana, 2000).

No obstante, a pesar de ser considerada la resolución de problemas el corazón de la matemática, pues mediante la misma los estudiantes experimentan motivaciones, desarrollan actitudes, hábitos y habilidades y perciben la utilidad de la matemática en el mundo que les rodea (de Guzmán 1993); su enseñanza confronta serias dificultades, donde una de las principales es: la comprensión del problema y el dominio de estrategias de abordaje y solución; siendo significativa además, la posesión de creencias que tienden a dificultar el avance y la persistencia en la resolución de los problemas (Alonso 2001).

Según Florentino (2010), en diversas comprobaciones al aprovechamiento de los estudiantes de la República Dominicana mediante pruebas nacionales, se obtienen bajos rendimientos en la resolución de problemas. Corroborándose de este modo, las limitaciones que presentan los estudiantes dominicanos para enfrentar la resolución de cualquier tipo de problema y la pobre preparación para argumentar y llegar a conclusiones.

Investigadores dominicanos como: Feliz (2009) y González (2010), confirman insuficiencias por parte de los estudiantes de la competencia de resolución de problemas, entre las que citan:

- Identificar los elementos que intervienen en el enunciado del problema,
- Encontrar los datos intermedios no explícitos en el texto del problema,
- Interpretar las palabras claves y reconocer las relaciones que se expresan en el texto del problema,
- No comprobar la solución obtenida ya sea, en una ecuación o en el contexto del problema, entre otras.

Estas insuficiencias también se han detectado en varias latitudes del mundo. Se ha comprobado dentro de las posibles causas que inciden directamente en tales resultados (Sastre y col., 2008; Chío y col., 2010; Fernández 2013; Oropeza y Sánchez, 2014):

- Insuficiente trabajo en el análisis de los elementos del texto, conceptos y relaciones que aparecen en el problema,
- Pobre aprovechamiento de las potencialidades que brindan los problemas para realizar procesos valorativos y autovalorativos de comprensión del mismo,
- Insuficiente trabajo en la integración de los elementos seleccionados como relevantes para la conformación de una representación en el proceso de resolución.
- Carencia en los libros de textos utilizados en la docencia de un tratamiento de las heurísticas y estrategias generales para resolver problemas,
- Escasas orientaciones metodológicas a los profesores para trabajar y evaluar específicamente la fase de comprensión del problema, entre otras.

Lo anterior pone de manifiesto, que a la comprensión, cómo fase inicial del proceso de resolución del problema, no se le presta la atención que ello requiere, puesto que la labor en este sentido queda básicamente en la espontaneidad del accionar de los docentes. No se concibe la comprensión como un proceso dinámico de generación de significados y de transformación de condiciones, al no ser atendido sistemáticamente lo relativo a las acciones intelectuales para la resolución de problemas, a las bases de conocimientos que poseen los estudiantes, a la calidad de los procesos psíquicos y didácticos que intervienen en el proceso y las dificultades que presentan los docentes en el tratamiento de la comprensión de los problemas de planteo algebraico.

Ante esta situación, el presente artículo tiene como objetivo: identificar los elementos que tienen implicación en la comprensión de los problemas de planteo algebraico mediante un

estudio diagnóstico en estudiantes del nivel medio. Su propósito es poder brindar algunas consideraciones teóricas en torno a este asunto, que sirva para promulgar un espacio al debate con el fin de que sea enriquecido con la experiencia de los profesores.

Marco teórico

La didáctica de la matemática como disciplina científica se ocupa y preocupa por los problemas de enseñanza y aprendizaje de la matemática escolar, siendo resaltadas por investigadores como: Godino y Batanero (2002), Gallardo (2008) y Mola (2013), entre otros, aquellas dificultades que tienen que ver con la comprensión del contenido matemático. De esto se infiere que tal dificultad abarca también la comprensión en la resolución de problemas matemáticos, pues en muchas ocasiones se da por supuesto que el estudiante domina las operaciones que implican la resolución del problema propuesto, comprobándose que solamente el estudiante se limita a aplicar reglas operativas sin comprender su significado; revelándose la tendencia en los estudiantes de ejecutar procedimientos de solución sin hacer previamente un análisis reflexivo y valorativo de la situación de partida, de modo que se alcance una adecuada representación y comprensión conceptual de los datos y las metas de los problemas (Alonso 2012).

Una transferencia de los conceptos fundamentales de la comprensión textual se ha trasladado a la enseñanza de la comprensión de los problemas en la asignatura de Matemática. Es por ello que diversos modelos para la enseñanza de la comprensión de los problemas asuman principio, postulados y conceptos de la comprensión literaria. El estudiante como lector ante un problema matemático debe incorporar la solución al mismo aplicando el aprendizaje logrado el cual está ligado a conceptos matemáticos junto con procedimientos específicos para ello.

Así, vemos que la comprensión lectora y las matemáticas se relacionan profundamente a través del lenguaje común traducido a conceptos matemáticos para poder dar solución a lo que se busca, donde un error de interpretación puede cambiar completamente el resultado. Así como no se puede aprender a leer sin aprender a decodificar las palabras, no se puede aprender matemática sin decodificar su lenguaje propio, ni se puede resolver un problema sin comprender su enunciado (Pérez y Hernández, 2015).

El proceso de comprensión de los problemas matemáticos se caracteriza por ser un proceso multiaspectual al considerar los variados elementos que se presentan en los enunciados de los problemas, así como la variedad que se presenta en las diversas formulaciones. Polya (1984); Jungk (1986); Müller (1987) y Labarrere (1981) abordaron la comprensión como una

etapa (fase inicial) de la solución de problemas matemáticos, aluden a la necesidad de reformular el texto y su relación con el significado de las palabras y relaciones que se expresan en los problemas, y donde el análisis del texto en los problemas tiene una función muy importante que consiste en separar lo dado y lo buscado, en determinar cómo está conformado el problema y cuáles son sus condiciones y cuál es su exigencia, de dónde se parte y hacia dónde debe dirigirse.

La diferenciación de estos dos aspectos debe conducir a satisfacer o cumplir con la exigencia planteada como requerimiento de hallar uno o más valores. La noción de representación es un instrumento adecuado para el estudio de los fenómenos de comprensión y muestra la necesidad de emplear de forma coordinada una pluralidad de sistemas de representación para poner de manifiesto aspectos esenciales de las estructuras matemáticas. Por representaciones matemáticas se entienden, en sentido amplio, como todas aquellas herramientas signos o gráficos que hacen presentes los conceptos y procedimientos matemáticos y con los cuales los estudiantes abordan e interactúan con el conocimiento matemático, es decir, registran, asimilan y comunican su conocimiento sobre la matemática (Duval 2006).

Con respecto a lo anterior, se plantea que la resolución de ciertos problemas a través de la conversión de una expresión lingüística en otra algebraica y luego el tratamiento en el marco ya de esta última expresión, es de una complejidad cognitiva importante para los alumnos que no siempre se tiene en cuenta en la enseñanza. El lenguaje algebraico constituye el pilar fundamental de la expresión matemática; además, complementa el lenguaje común al hacer uso continuo del mismo en el enunciado de los problemas, ya sea oralmente o por escrito. La distinción entre esos dos tipos de registro de representación semióticas posibilita analizar cómo funciona el sistema cognitivo de comprensión del sujeto, donde una representación semiótica inadecuada de la situación que describe el problema puede obstaculizar su posterior análisis (Rico 1997).

Un aspecto importante abordado por la mayoría de los investigadores lo constituye el significado de las palabras claves, que de ser utilizadas de forma incorrecta, conducen a errores de interpretación. Debe destacarse que el carácter polisémico de algunas palabras en el contexto de los problemas matemáticos, debe constituir un aspecto importante en el tratamiento didáctico de la comprensión de los problemas algebraicos (Fernández 2013); sin embargo, los autores consideran que un aspecto no abordado suficientemente en las investigaciones sobre la resolución de problemas es el tratamiento de los términos que inducen relaciones implícitas, lo cual permite una mayor comprensión del problema.

Las primeras operaciones en la comprensión de un problema comienzan con el reconocimiento de caracteres, la identificación de unidades significativas a partir de ellos; a continuación se añade una interpretación de las relaciones entre cada una de las oraciones, de tal modo que se produzca algún proceso de integración de toda la información para comprender el significado del mensaje como un todo. Permitiendo la lectura completa del texto, integrar el complejo de significados en unidades y registros de representaciones semióticas.

Por otra parte, con el objetivo de mejorar o darle más recursos al estudiante a la hora de enfrentar la solución de problemas, se han desarrollado diferentes estrategias, tal es el caso de la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau (1996), la cual se ocupa de los procesos para desarrollar y observar los comportamientos matemáticos en el alumno y del diseño de actividades que permitan el desarrollo de las fases de acción, formulación y validación. El diseño de las situaciones didácticas debe propiciar una cadena de desempeños de comprensión de amplia variedad y complejidad creciente, que posibilite la descripción de la zona de desarrollo próximo de cada estudiante.

En resumen, la fundamentación teórica desarrollada hasta este momento, reconoce que una parte importante de las dificultades de los alumnos ante la resolución de problemas se debe a no poder dar “el primer paso”, el que consideramos básico y fundamental, que es la lectura comprensiva del enunciado del problema, su interpretación acabada, que es la base sobre la cual deberá construirse la posterior resolución.

Lo anterior fundamenta la necesidad de seguir profundizando en el estudio de esta problemática a partir de explorar de qué forma la variable comprensión incide en el proceso de resolución de un problema con texto de planteo algebraico. Su esencia es poder brindar algunas consideraciones teóricas en torno a este asunto, que sirva para promulgar un espacio al debate con el fin de que sea enriquecido con la experiencia de los profesores.

2. METODOLOGIA

Para obtener respuestas acordes con el problema que se investiga, se adoptó el tipo de estudio descriptivo, el cual consiste fundamentalmente en describir un fenómeno o una situación, mediante el estudio del mismo en una circunstancia temporo–espacial determinada (Rizo y Campistrous, 2004).

El universo de estudio estuvo conformado por los 5 grupos de 8vo grado de una escuela del Distrito Santo Domingo este, en la República Dominicana. En tal sentido, se seleccionó de

manera directa, una muestra integrada por los grupos B y D. La misma se basó en que eran los grupos de clase de la profesora elegida para ejecutar las actividades planificadas por los autores desde la asignatura matemática. Concretamente, la muestra estuvo conformada por 73 estudiantes; pero, al emplearse un muestreo de tipo no probabilístico, no se pudo calcular con precisión el error estándar; por tanto, resultó imposible determinar con qué nivel de confianza se hace una estimación. Entonces, se decidió realizar una caracterización de los principales resultados obtenidos empleando los recursos que brinda la estadística descriptiva.

Entre las técnicas de investigación que se emplearon está la observación, utilizada principalmente en el diagnóstico. Su diseño fue dividido en tres fases de trabajo.

Fase 1. Establecimiento de criterios de observación para la recolección de información.

Esta fase está dirigida a identificar los elementos clave que configuran e influyen en el quehacer de la enseñanza de la matemática y, sobre todo, en la actividad de comprensión en la resolución de problemas algebraicos; es decir, se revisaron y discutieron los distintos ámbitos que debían aparecer en el cuestionario.

Se tomó como referencia la metodología experimental propuesta por (Sanjosé y col., 2009) y enriquecida por los autores. Los pasos, de modo general, son los siguientes:

- 1. Relectura del enunciado del problema para comprender la situación narrada en el enunciado:** Incluye identificar las palabras claves, tiempos verbales y significado de los signos de puntuación para recodificar del lenguaje verbal al algebraico.
- 2. Decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y su relación con el lenguaje común:**
 - Analizar las cantidades del problema. En particular, identificar las cantidades conocidas (o datos) y las cantidades desconocidas (incógnitas). Estudiar las relaciones entre las cantidades, conocidas y desconocidas, a nivel cualitativo. Se trata de atender a expresiones asociadas con las operaciones aritméticas.
 - Tomar una de las cantidades desconocidas (identificar una incógnita) y darle nombre asignándole una letra.
 - Escribir el resto de las cantidades y las relaciones entre ellas a partir del símbolo algebraico asignado a la incógnita identificada.
 - Igualar una misma cantidad representada de dos formas diferentes para obtener una ecuación.

Fase 2. Diseño del diagnóstico

A partir de la deducción que los estudiantes no poseen dominio de las operaciones lógicas que tributan a la habilidad resolver problemas de planteo algebraico, sobre la base de la técnica pensamiento en voz alta, se propuso 5 problemas para su solución en clases y en el cual los participantes expresaron sus inquietudes y concepciones de cómo resolver los problemas. Se incidió fundamentalmente en el orden en que realizan las operaciones, la relación que establecen entre las mismas, así como el razonamiento durante todo el proceso. Con esta técnica fue posible identificar los principales errores cometidos por los participantes al resolver los problemas.

Fase 3. Análisis de los resultados

Esta fase destinada a la elaboración del informe mediante el empleo de métodos del nivel teórico en particular el análisis-síntesis y la revisión documental y como método estadístico, el análisis porcentual.

Criterios de puntuación

En el análisis documental se observó que a nivel internacional, la comunidad matemática adopta como planteamientos erróneos en la resolución de problemas que se modelan mediante dos ecuaciones algebraicas, aquel en el que ambas ecuaciones son incorrectas, o una de las ecuaciones es correcta pero la otra contiene más de un error; como planteamiento parcialmente correcto, aquel en el que una de las ecuaciones es correcta y la otra contiene sólo un error. Por ello, la ausencia de planteamiento y los planteamientos erróneos fueron calificados con 0 puntos; los planteamientos parcialmente correctos se puntuaron con 1 punto; y los planteamientos totalmente correctos (sin errores) fueron calificados con 2 puntos.

Para ofrecer criterios acerca del desarrollo de la comprensión de los estudiantes en la resolución de problemas de planteo algebraico se tuvo en cuenta la propuesta metodológica de Rodríguez y Abad (2011). La misma constituye un proceso integrador, concatenado, organizado y estructurado, que hace sensible a la práctica la inserción de los diferentes niveles de comprensión de textos en cada una de las fases del programa heurístico general para la resolución de problemas algebraicos en el contexto del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de matemática.

Todo ello permitió evaluar el desempeño de la comprensión alcanzado por los alumnos con relación a la resolución de problemas de planteo algebraico (Nivel 1: de traducción, Nivel 2: de interpretación y Nivel 3: de extrapolación). De esta forma el estudiante puede reconocer de forma individual y colectiva el nivel en el cual se encuentra y tomar decisiones sobre qué hacer cuando su comprensión se manifiesta insatisfactoria.

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos de la observación del trabajo de los estudiantes evidenciaron que el 82,19% presentó dificultades en la ejecución de operaciones algebraicas; y al 78,08% le resultó difícil detectarlo y corregirlo. Incluso, estudiantes que son capaces de realizar procedimientos algebraicos específicos tienen un significado muy limitado de ellos y, cometen errores cuando se les cambia ligeramente la presentación del problema. Otra insuficiencia detectada es la resolución de ecuaciones, pues aunque el 93,15% de los estudiantes pudieron aplicar técnicas algebraicas aisladas en situaciones simples, el 89,04% no pudo a menudo aplicar las técnicas apropiadas conocidas en una situación más compleja.

También se comprobó que los estudiantes presentan dificultades al traducir el enunciado de un problema dado en forma verbal al lenguaje simbólico matemático, lo cual supone una inadecuada interpretación de la situación propuesta, así como la identificación de los datos y las incógnitas en el estableciendo de una o más ecuaciones; es decir, se revela la comprensión limitada que tienen los mismos del concepto de variable y la ausencia de un lenguaje simbólico, lo cual representa un obstáculo para el avance del conocimiento matemático del alumno.

El siguiente gráfico refleja que en la muestra de estudio predominó el nivel 1 de desarrollo de la comprensión, y que solo 4 estudiantes lograron llegar al nivel 3.

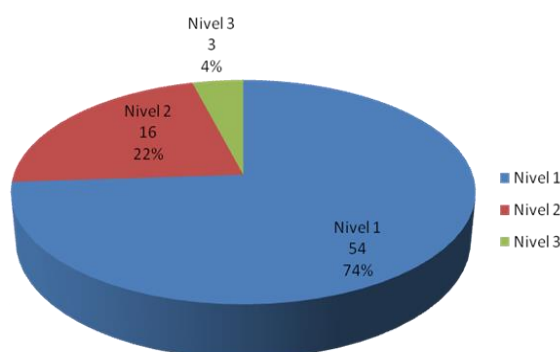


Figura 1. Niveles de desarrollo de la comprensión en la resolución de problemas algebraicos.

Estas dificultades reflejan la existencia de un conjunto de contradicciones que emanan de la comprensión de la resolución de problemas. Entre las que se destacan:

- La contradicción informal - formal: Los estudiantes no pueden relacionar el carácter algorítmico y formal de los procedimientos algebraicos al enfoque natural e informal de los problemas algebraicos.
- La contradicción concreto - abstracto: La dificultad en el nivel abstracto al que deben ser resueltos los problemas, comparados con las situaciones concretas que

los originan y la pérdida de significados que los estudiantes atribuyen a los objetos matemáticos a este nivel abstracto.

- La contradicción lenguaje común - lenguaje algebraico: Los problemas con textos de planteo algebraico, deben tratarse como un género especial de texto que utiliza el conocimiento del lenguaje del sujeto pero que, en contextos matemáticos, requiere una interpretación especial.

Resolver este tipo de problema implica construir una representación de las palabras del problema y encontrar la solución utilizando las reglas del álgebra. A los estudiantes les resulta difícil realizar una representación del problema que les permita su decodificación y análisis para luego codificar el mismo en lenguaje algebraico, como también las operaciones que se deban realizar entre las cantidades, así como las relaciones entre ellas.

Por otra parte, la valoración de los errores matemáticos, en los que incidieron los estudiantes, permitió conocer la forma en que los estudiantes interpretan los problemas matemáticos. Lo anterior es de gran significación para la enseñanza ya que al advertir las posibles deficiencias y problemas en el aprendizaje matemático, permite al docente plantear acciones didácticas para su tratamiento y al mismo tiempo permite al estudiante o sus compañeros descubrir la naturaleza y justificación de ese error y corregirlos. Cuando un estudiante logra detectar errores, está comprendiendo.

3. CONCLUSIONES

Las insuficiencias señaladas, así como el análisis del marco teórico relacionado con la comprensión de la resolución de problemas, indican la necesidad de acometer investigaciones científicas, tanto en la aportación de elementos teóricos a la didáctica de la matemática, como en la elaboración de propuestas prácticas que faciliten a los maestros el tratamiento didáctico de la primera fase del proceso de resolución de los problemas matemáticos.

Se identifican insuficiencias en el proceso de resolución de problemas como, el reconocimiento de las palabras claves en el texto o según el contexto, la identificación de los elementos que intervienen en el enunciado del problema, el encontrar los datos intermedios no explícitos en el texto del problema, el manejo y uso de estrategias metacognitivas y la comprensión del significado de las relaciones.

4. REFERENCIAS

- Alonso, I. (2001). La resolución de problemas matemáticos. Una alternativa didáctica centrada en la representación. Tesis de doctorado. Universidad de Oriente, Cuba.
- Alonso, I. y otros (2012). Dinámica del razonamiento inductivo en la resolución de problemas matemáticos. Una propuesta didáctica. ALME 25, Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/4328/1/AlvarezDinamicaALME2012.pdf>
- Blanco, L., Cárdenas, J. (2013). La Resolución de Problemas como contenido en el Currículo de Matemáticas de Primaria y Secundaria. En revista Campo Abierto, Vol. 32, n. 1, pp. 137-156. Disponible en: <http://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1393>
- Brousseau, G. (1996). Théorie des Situations Didactiques. Grenoble: La Pensée Sauvage. Grenoble: La Pensée Sauvage, 33-115 Disponible en: <https://educationdidactique.revues.org/1005>
- Cárdenas, J. (2014). La evaluación de la Resolución de Problemas en Matemáticas: concepciones y prácticas de los profesores de secundaria. Tesis de doctorado. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.
- Chío, J., Gómez, A., y Estrada, P. (2010). La estructura de los problemas algebraicos en la Enseñanza Media. Revista Transformación, 6 (1), 46-53. Disponible en: <http://revistas.reduc.edu.cu/index.php/transformacion/article/view/1573>
- De Guzmán, M. (1993). Tendencias innovadoras en la enseñanza de la matemática. (pp. 112-167). Madrid, España: Editorial Popular.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. Gaceta de la RSME, Vol. 9(1).
- Feliz, G. (2009). Estrategia de gestión del proceso de formación continua de los docentes de Matemática Básica. Tesis de doctorado. Universidad Acción Pro-educación y Cultura. Santo Domingo, República Dominicana.
- Fernández, M. (2013). Importancia de la comprensión lectora en el abordaje de la primera etapa de resolución de problemas matemáticos con un enfoque crítico. I Congreso de Educación Matemática de América y el Caribe (ICEMACYC). Disponible en: <http://www.centroedumatematica.com/memoriasicemacyc>
- Florentino M. (2010). Estudio sobre rendimiento académico en los Centros de Excelencia de Educación Media y su comparación con el rendimiento de otros centros educativos de educación media. Instituto Dominicano de Evaluación e Investigación de la Calidad de la Educación, IDEICEI, Ministerio de Educación. p. 8-9.
- Fundamentos del currículo nivel medio. Innova 2000. República Dominicana. Disponible en: www.educando.edu.do/files/1913/6493/1091/nivel_nedio_modalidad_artes.pdf
- Gallardo, J. (2008). Interpretando la comprensión matemática en escenarios básicos de valoración. Un estudio sobre las interferencias en el uso de los significados de la fracción. RELIME 11 (3): 355-382. México. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362008000300003
- Gascó, J. (2014). Estrategias de aprendizaje y motivación en la resolución de problemas aritmético-algebraicos. Un estudio con alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. Enseñanza de las Ciencias, 32 (2), pp. 293-294. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1391>
- Godino, J. y Batanero (2002). Competencia y comprensión matemática: ¿qué son y cómo se consiguen? Revista Didáctica de las Matemáticas, Barcelona, Vol. 29, pp. 9-19. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/47888>

- González, M. (2010). Estrategia didáctica sustentada en un modelo matemático-comunicativo para favorecer la argumentación en matemática. Tesis de doctorado. Universidad Acción Pro-educación y Cultura. Santo Domingo, República Dominicana.
- González, S. (2011). Aportes a la Educación Matemática en República Dominicana y Latinoamérica. Cuaderno Pedagogía Universitaria, 16 (julio- diciembre), 16-22. Disponible en: <http://www.pucmm.edu.do/STI/campus/CDP/Comunica-cionPublicaciones>
- Jungk, W. (1986). Conferencia sobre metodología de la enseñanza de la Matemática 2. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba. p.111
- Labarrere, A. (1981). Análisis del texto y su papel en el proceso de solución de problemas por escolares de primaria. Revista Educación; 4 (3), 14-27.
- Mola, C. (2013). Estrategia didáctica para la comprensión de los objetos del Álgebra Lineal en las carreras de ingeniería de la Universidad de Camagüey. Tesis de doctorado. Universidad de Camagüey. Camagüey, Cuba.
- Montes, N., Machado, E. y González, C. (2011). Estrategia didáctica para el desarrollo de la competencia gestión del conocimiento matemático en estudiantes universitarios. Transformación, 7 (2), 1-8. Disponible en: <https://transformacion.reduc.edu.cu/index.php/transformacion/article/view/192>
- Müller, H. (1987). El trabajo heurístico y la ejercitación en la enseñanza de la Matemática en la Educación General Politécnica y Laboral. Instituto Superior Pedagógico "Frank País García". Santiago de Cuba, Cuba.
- Nardin, A. (2017). Errores de los estudiantes en el tema de derivada de funciones de varias variables. Revista Paradigma, Vol. XXXVIII, Nº 1, 312 – 330.
- Oropeza, C. y Sánchez, J. (2014). Dificultades en la solución de problemas que involucran un enfoque algebraico. ALME 27 Pág. 327. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/5424/1/OropezaDificultadesALME2014.pdf>
- Pérez, K. y Hernández, (2015). La comprensión en la solución de problemas matemáticos: una mirada actual. Luz. Revista electrónica trimestral de la Universidad de Holguín. Año XIV. No. 4. Oct.- Dic. II Época. Edición 62. Disponible en: <https://funes.uniandes.edu.co/5390/>
- Polya, G. (1984). Cómo plantear y resolver problemas. Ciudad de México, México: Editorial Trillas.
- Rico, L. (1997). Bases teóricas del currículo de Matemáticas en Educación Secundaria. Madrid: Síntesis. Disponible en: <http://fqm193.ugr.es/media/grupos/FQM193/cms/Grupo%20de%20investigaci%C3%B3n%20Pensamiento%20Num%C3%A9rico.pdf>
- Rizo, C. y Campistrous, L. (2004). Metodología para el desarrollo del estudio de casos. Universidad de Tangamanga. San Luis Potosi, México.
- Rodríguez, J. y Abad, G. (2011). La comprensión de textos en la resolución de problemas algebraicos en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la matemática. Cuadernos de Educación y Desarrollo, 3, 28. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/ced/28/rrap.htm>
- Sanjosé, V., Solaz-Portolés, J y Valenzuela, T. (2009). Transferencia inter-dominios en resolución de problemas: una propuesta instruccional basada en el proceso de traducción algebraica. Enseñanza de las ciencias, 27(2): 169–184. Disponible en: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/132235/332866>
- Sastre, P., Boubée, C., Rey, G. y Delorenzi, O. (2008) La comprensión: proceso lingüístico y matemático. Revista Iberoamericana de Educación (46): 8-15. Disponible en: <http://rieoei.org/deloslectores/2219Sastre.pdf>