



UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
PROGRAMA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA



IV ENCUENTRO DE ENSEÑANZA
DE LA MATEMÁTICA UNED 2013

La Invención de Problemas como actividad Matemática

Johan Espinoza González. jespinoza@una.cr. Universidad Nacional, Costa Rica.

Isidoro Segovia Alex. isegovia@ugr.es. Universidad de Granada, España.

Resumen.

La invención de problemas es una actividad matemática reconocida por varios autores quienes la destacan como actividad importante de clase y parte relevante de la experiencia matemática de cualquier estudiante. En este sentido presentamos en qué consiste este proceso, para qué se ha empleado y algunas implicaciones en su uso.

INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas ha sido históricamente en la educación matemática un componente importante del currículo escolar y un gran objetivo de instrucción. A partir de ahí surge la invención de problemas como una línea de investigación (Castro, 2008) y es tal que algunos distinguidos investigadores en Educación Matemática (Krutetskii, 1976; Freudenthal, 1973; Brown y Walter, 1990; Ellerton, 1986; NCTM 1998, 2000), la reconocen como actividad importante de la experiencia matemática de cualquier estudiante.

Los defensores de la invención, argumentan que la experiencia de inventar problemas puede promover la participación de los estudiantes en una atenta actividad matemática, permitiéndoles encontrar muchos problemas, métodos y soluciones, en lugar de una sola y promueve la creatividad de los estudiantes (Silver y Cai, 2005)

Kilpatrick (1987), también señala el valor pedagógico que puede tener este tipo de actividad en la enseñanza de la matemática y considera que la formulación de problemas, por parte de los estudiantes, debería ser una actividad relevante en la educación matemática en todos los niveles educativos debido a la riqueza de relaciones que proporciona.

De hecho, algunas investigaciones ponen de manifiesto esa riqueza de relaciones a las que se refiere Kilpatrick (1987), al utilizarla como una herramienta que permite desarrollar y mejorar las habilidades de resolución de problemas matemáticas (Leung y Silver, 1997), estudiar niños que

tienen talento matemático (Ellerton, 1986; Kesan, C., Kaya, D & Güvercin, S., 2010, Espinoza, 2011), tener una visión de la comprensión de los conceptos y procedimientos matemáticos de los estudiantes (English, 1997), desarrollar el conocimiento matemático (Brown y Walter 1993), dar un punto de vista sobre cómo los estudiantes manejan y estructuran su propio conocimiento matemático, (Pelczer., Gamboa, 2008) o investigar cómo piensan los niños sobre la matemática (Ellerton, 1986).

En este sentido consideramos relevante exponer en qué consiste el proceso de invención de problemas, en qué podría emplearse, cuáles son los principales aportes que ha dado a los procesos de enseñanza y aprendizaje y cuáles son las implicaciones que conlleva plantear una actividad de invención de problemas. Esto tiene como fin ubicar al lector en las bondades que presenta la invención de problemas y motivarlo para que emplee este tipo de actividades en sus clases.

MARCO TEÓRICO

En qué consiste la invención de problemas matemáticos desde la concepción de varios autores.

Como ya se mencionó, Castro (2008), identifica la invención de problemas como un campo de indagación dentro de la investigación en resolución de problemas matemáticos, pero ¿en qué consiste este proceso? ¿Cuáles son las interpretaciones que se le han dado?

El término invención de problemas, también conocida en la literatura en inglés como “*problem posing*” (Brown y Walter, 1993; Kilpatrick, 1987; Silver, 1994; English, 1997), es usada para referirse tanto a la formulación de nuevos problemas, como a la reformulaciones de situaciones dadas (Silver, 1994; English, 1997; Silver y Cai, 1996).

De esta forma, los estudiantes pueden inventar problemas durante la solución de un problema complejo (Silver, Mamona-Down, Leung y Kenny, 1996), al realizar algunos cambios al mismo. Por ejemplo, podrían reformular el problema y personalizarlo (Silver, 1994), cambiando el tipo de número o simplificando la situación a un caso particular, con el objetivo de facilitar la solución del mismo.. Por ejemplo, en el trabajo de Polya (1979), aparece esta componente al cuestionar ¿cómo podemos plantear el problema de manera diferente?, ¿cómo variar el problema descartando parte de la condición?

Sin embargo, este proceso puede ocurrir antes de resolver un problema, cuando lo que se persigue no es la solución, sino la creación de uno a partir de una situación o experiencia (Silver, 1994). Un ejemplo de este tipo particular de invención de problemas fue realizado por

Cázares (2000), quien presentó a 14 estudiantes de primaria varias tarjetas con diferentes ilustraciones de situaciones relacionadas con el contexto del estudiante, de las cuales debían escoger algunas y plantear varios problemas matemáticos.

Esta actividad también puede ocurrir después de la solución de un problema, en el cual se modifica el objetivo, meta o condición de un problema ya resuelto con el fin de generar nuevos problemas (Silver, 1994). Este tipo de estrategia está relacionada con la fase “looking Back” de resolución de problemas citada por Polya (1957).

Esta concepción de invención de problemas posterior a la solución de un problema, es utilizada por Brown y Walter (1993) en su estrategia denominada “¿What if not?”, la cual consiste en cambiar las condiciones y restricciones de una determinada situación para plantear nuevos e interesantes problemas que pueden llevar a resultados relevantes. La cuestión operativa en este proceso consiste “¿qué nuevos problemas son sugeridos mediante esta situación, problema o experiencia?” (Silver, 1994; p. 20).

Los estándares profesionales para la enseñanza de las matemáticas, también hacen referencia a este tipo de actividades (NCTM, 1991, 2000) y mencionan que los estudiantes deben tener la oportunidad de formular sus propios problemas a partir de situaciones dadas previamente. Esto con el fin de generar nuevos problemas a través de la modificación del enunciado inicial. Además, el uso de este tipo de estrategia permitiría a los estudiantes discutir una amplia gama de ideas y considerar el significado del problema y no sólo centrarse en la búsqueda de su solución. (Brown y Walter, 1993)

En el modelo de Polya (1976), aparece esta componente esencial de la actividad matemática cuando se cuestiona ¿Cómo podemos plantear el problema de manera diferente? ¿Variar el problema descartando parte de la condición? Al respecto, Silver (1994), menciona que si un resolutor no puede resolver el problema original, entonces el proceso de invención de problemas “*se produce cuando el problema dado es reformulado y personalizado a través del proceso de reformulación. La cuestión operativa que estimula esta forma de inventar es ¿cómo puedo formular el problema de manera que pueda resolverlo?*”(p.20).

Por otra parte, Stoyanova (1998), identifica tres categorías de experiencia de planteamiento de problemas que permiten estudiar el conocimiento y habilidades matemáticas de los estudiantes para generar y resolver problemas matemáticos: situación libre, situación semi-estructurada y situación de planteamiento de problemas estructurada. En la primera situación los estudiantes plantean problemas sin ninguna restricción, en la segunda y tercer actividad los estudiantes

inventan problemas con base en alguna situación, experiencia o información cuantitativa. Lo que cambia en estos dos últimos tipos es el nivel de estructuración de la tarea propuesta.

Con base en la literatura consultada, al hecho de inventar problemas se le ha dado distintas denominaciones por diferentes autores. Así se le ha designado como generación de problemas o reformulación de problemas dados (Silver, 1994), formulación de problemas (Kilpatrick, 1987) y planteamiento de problemas (Brown y Walter, 1990). A nuestro parecer, estas denominaciones hacen referencia al mismo hecho, inventar problemas, por lo que utilizaremos con más frecuencia la expresión invención de problemas.

También se puede decir que la invención de problemas es un proceso matemático que tiene lugar, bien, durante la resolución de un problema matemático, luego de resolver un problema o cuando el sujeto se enfrenta ante una situación conocida previamente, para la cual no hay una formulación matemática.

Cómo se ha empleado la invención de problemas matemáticos

Varios autores han investigado la invención de problemas con diferentes propósitos, poniendo en evidencia las virtudes de realizar este tipo de actividades en clases de matemática. A continuación se recogen algunas de ellas.

a) Las actividades de invención de problemas han sido empleadas para conocer y analizar la comprensión de los conceptos matemáticos y habilidades matemáticas de los estudiantes (Silver, 1994; Pelczer y Gamboa, 2008). De acuerdo con Ellerton (1986), cuando los niños inventan problemas demuestran su comprensión y nivel de desarrollo de conceptos en las ideas matemáticas expresadas.

En España, se han realizado algunas investigaciones con esta dirección. Por ejemplo, Luque (2004), utilizó la invención de problemas como el mecanismo por el cual un grupo de estudiantes de tercer curso de secundaria pondrían de manifiesto su conocimiento y comprensión sobre las fracciones y sus operaciones. Ayllón (2004), usó esta misma técnica para conocer el significado, diferentes usos y contextos que un grupo de profesores en educación primaria dan a tres tipos de números: naturales, enteros negativos y racionales.

b) La invención de problemas también puede ser empleada como herramienta que permite evaluar el aprendizaje de conocimientos matemáticos. En este sentido, las actividades de invención de problemas permiten al profesor tener una visión de la comprensión de los conceptos y procedimientos matemáticos de sus estudiantes, así como profundizar en la construcción de la comprensión de dichos conceptos (English, 1997; Pi-Jen Lin, 2004).

De igual forma, una tarea de invención de problemas le permite al docente conocer las habilidades que tienen sus estudiantes para usar su conocimiento matemático (Cázares, 2000). Otro aspecto positivo que tiene ésta como herramienta de evaluación con respecto a otras, es que no está separada del proceso de instrucción sino inmersa en ella (Pi-Jen Lin, 2004).

- c) De acuerdo con Santos (1997), la invención de problemas es una herramienta que puede ser empleada para que los estudiantes mejoren su capacidad de resolución de problemas, ya que esta le permite comprender la estructura del mismo. Al respecto, Leung & Silver (1996), citan algunas investigaciones (Keil, 1965; Pérez, 1985; Winograd, 1991), que evidencian que el planteamiento de problemas tiene una influencia positiva en la habilidad de los estudiantes para resolver problemas. De igual forma, Cannon & Hawkins (1936), citados en Cázares (2000), afirman que si los estudiantes generan sus propios problemas entonces incrementará su habilidad para aplicar los conceptos aritméticos y destrezas en su resolución.

Silver Y Cai (1996), también indagan la relación entre la resolución de problemas y las actividades de invención de problemas y concluyen que el rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas tuvo una alta correlación con su rendimiento en el planteamiento de problemas. Del mismo modo, en el trabajo de English (1998), se pone de manifiesto que los estudiantes con habilidad en la resolución de problemas pero débiles en el sentido de número, plantean problemas con una estructura más compleja que sus compañeros con fuerte sentido de número pero débiles en resolución de problemas.

- d) Algunas investigaciones mencionan que la invención de problemas puede emplearse para mejorar la disposición y actitudes de los estudiantes hacia la matemática (Brown & Walter, 1983, 1993; Silver, 1994; Silver, Mamona-Downs, Leung, & Kenney, 1996; English 1997). Al respecto, Winograd (1991, citado en Cázares, 2000), menciona que los estudiantes que participaron en su estudio mostraron estar altamente motivados para participar en las actividades de matemática al proponer y compartir con sus compañeros de clase problemas de diferente dificultad.

Akay & Boz (2008), examinaron el efecto que tiene el planteamiento de problemas sobre las actitudes hacia la matemática de 82 profesores en formación. En su estudio concluyen que esta técnica es más efectiva que la enseñanza tradicional en la mejora de las actitudes de los estudiantes hacia la matemática, reduciendo su ansiedad y motivando incluso a aquellos estudiantes que tienen poco conocimiento sobre el tema. Además, observaron que este tipo de actividades crea una atmosfera optimista dentro de la clase, que estimula a los

estudiantes a concentrarse más sobre las actividades de pensamiento crítico, alejándose de algunas conductas negativas y mostrando una mayor disposición a asistir a las lecciones de matemática.

- e) De acuerdo con Silver (1997), emplear actividades de invención de problemas puede ayudar a los estudiantes a desarrollar aspectos relacionados con la creatividad como la fluidez, flexibilidad y originalidad. Por ejemplo, English (1997), afirma que en su estudio de invención de problemas, las tareas propuestas tuvieron un fuerte énfasis sobre los niños creativos, divergentes y que presentan un pensamiento flexible. Así mismo en el estudio de Espinoza (2011), las tareas se plantearon de forma tal que potenciara la creatividad de los estudiantes. Por otra parte, algunas estrategias para identificar individuos creativos han utilizado actividades de invención de problemas dentro de dicho proceso. Por ejemplo, Getzels & Jackson (1962), desarrollaron un conjunto de preguntas para medir la creatividad, de las cuales una de las tareas proponía a los sujetos plantear problemas que podrían ser contestados usando información dada (Silver, 1997). Balka (1974), también pidió a un grupo de sujetos que inventaran problemas matemáticos que podrían ser contestados con base en una información dada y los analizó desde tres aspectos: número de problemas inventados, flexibilidad en el número de diferentes categorías de problemas inventados y originalidad.
- f) Algunos autores ven en la invención de problemas una herramienta que podría ser empleada en el proceso de identificación de estudiantes con talento matemático (Kesan, C., Kaya, D & Güvercin, S., 2010; Ellerton, 1986). Esto porque algunos estudios identifican diferencias en el planteamiento de problemas de estudiantes con mayor y menor capacidad matemática en aspectos como resolubilidad del problema planteado, cantidad de operaciones, complejidad del sistema numérico, lenguaje utilizado, etc, (Ellerton, 1986). También se han identificado algunas diferencias en relación con la complejidad del problema planteado por estos dos tipos de estudiantes (Silver y Cai, 1996).

Cómo se deja de manifiesto, las actividades de invención de problemas se pueden emplear con varios propósitos; sin embargo, para que dicha actividad tenga éxito, es importante tomar en cuenta ciertas recomendaciones. En el siguiente apartado se abordan algunas implicaciones cuando se proponen actividades de este tipo y del cual es responsabilidad del profesor, así como algunas cuestiones generales del trabajo del estudiante como responsable de resolver la tarea.

Implicaciones en el proceso de invención de problemas

A pesar de la importancia que tiene la invención de problemas en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, es un tema que no ha sido muy estudiado por la comunidad de educación matemática de forma tal que se conoce relativamente poco sobre las habilidades de los estudiantes al inventar sus propios problemas (Silver, 1994).

Los defensores de la invención de problemas, afirman que en este tipo de actividades los estudiantes participan en una auténtica actividad matemática (Cai y Silver, 2005). Esto porque se requiere de un gran esfuerzo del pensamiento matemático del estudiante, pues no solo debe dominar conceptualmente el contenido al que hace referencia la tarea, sino que también debe conocer sus posibles usos para que el problema tenga sentido. Así, algunas tareas de invención de problemas podrían ser más difíciles de resolver que las actividades de resolución de problemas.

Otro aspecto a tomar en cuenta en el proceso de invención de problemas son las estrategias que promuevan y motiven a los estudiantes a plantear una gran variedad de problemas a partir de una situación dada. Al respecto, Moses, Bjork y Goldenberg (1993), hacen referencia a tres cuestionamientos:

- a) La clase de información que proporciona el problema,
- b) Qué tipo de información permanece desconocida (y requerida) y
- c) Qué tipo de restricciones están implicadas en la respuesta.

Aunque estas cuestiones están relacionadas con el planteamiento de problemas a partir de un problema dado, se pueden considerar también en el planteamiento de problemas con base en una situación estructurada, semi estructurada o libre.

Moses et al., (1993), también identificaron cuatro principios esenciales para la formulación de problemas originales por parte de los estudiantes, a partir de un problema propuesto. El primero expresa que los estudiantes deben aprender a centrar su atención en los elementos conocidos y desconocidos de un problema, así como sus restricciones para posteriormente considerar cambiar algunos de estos datos.

El segundo principio hace referencia a que la actividad de planteamiento de problemas se debe dar en un contexto matemático muy familiar para los estudiantes. El tercer principio propone animar a los estudiantes para que utilicen las ambigüedades en la creación de nuevas cuestiones y problemas. Por último, el cuarto principio menciona que el profesor debe enseñar la idea de dominio de un determinado contenido, por ejemplo figuras geométricas o funciones,

desde los primeros grados de escolaridad mediante el juego, ya que estos ayudan a los estudiantes a mirar las restricciones de un problema de forma creativa.

Otro autor que aborda los procedimientos implicados en el proceso de invención de problemas es English (1997, citado en Cázares, 2000) quien afirma que los estudiantes necesitan un marco de conocimientos que les permita hacer frente a las actividades cognitivas que conlleva el inventar problemas. Así, propone que un estudiante debe comprender lo que es un problema, reconocer su estructura e identificar estructuras similares para que pueda inventar un problema.

Este mismo autor menciona que se debe considerar cómo conciben los estudiantes los diferentes tipos de problemas, así como los procedimientos rutinarios y no rutinarios para resolverlos. Por último, indica que la habilidad que posea el estudiante para comprender e interpretar las situaciones matemáticas de diversas maneras mejora la invención de problemas.

El conocimiento que tenga el estudiante también podría influir en las tareas de invención de problemas. De hecho, Leung (1994), sugiere que existe una influencia de los conocimientos matemáticos en la invención de problemas, ya que en su estudio se encontraron diferencias cualitativas en los procesos de invención de problemas de profesores en formación con bajo y alto conocimiento matemático. Menciona que los sujetos con altos conocimientos matemáticos manipularon sistemáticamente las condiciones dadas para hacer problemas y usaron las soluciones antes de inventar problemas como una nueva pieza de información e inventar problemas subsecuentes, mientras que los sujetos con menos conocimientos matemáticos inventaron problemas que podrían no ser resueltos matemáticamente

Otro factor importante son las actitudes que puede presentar el estudiante ante una tarea individual de invención de problemas. Al respecto, Navas (2002, citado en Luque, 2004) distingue entre actitudes positivas que los profesores deben alentar y actitudes negativas que deben evitar. Dentro de las negativas están el nerviosismo o prisa por resolver la tarea que podría llevar a respuestas incorrectas o incompletas.

CONCLUSIONES

Coincidimos con Kilpatrick (1987), en que la invención de problemas es un componente importante de la resolución de problemas, la cual ha recibido poca atención en el currículo de matemática. Esto queda de manifiesto en la cantidad de investigaciones relacionadas con la resolución de problemas y los pocos estudios, algunos de ellos nada sistemáticos, sobre invención de problemas.

También consideramos que es una actividad central de la experiencia matemática de cualquier estudiante, que el docente puede aplicar ya sea antes, durante o después de solución de un problema matemático para mejorar los procesos de resolución de problemas, así como la disposición y actitudes de los estudiantes hacia las matemáticas. Por ejemplo, pueden inventar problemas luego de resolverlos para que el docente valore el aprendizaje alcanzado o para que ellos comprendan mejor las partes del mismo, realicen procesos metacognitivos, establezcan relaciones y logren tener una mejor visión del problema y su solución.

También podría ser empleada antes de resolver problemas con el fin de diagnosticar el conocimiento que tienen los estudiantes con respecto a un determinado tema, o valorar aspectos como creatividad, complejidad matemática y lingüística que pueden ser elementos a considerar en la identificación del talento matemático. Además, podría plantearse durante el proceso de solución para que los estudiantes lo reformulen descomponiéndolo en partes y así comprendan mejor el problema.

Otro aspecto interesante de este tipo de actividades es que en los problemas planteados por los estudiantes quedan plasmados aspectos como el significado que tienen de los conocimientos aprendidos, habilidades matemáticas, creatividad, profundización de los conceptos, patrones, uso de los números y cantidades, entre otros. Esto coincide con Silver (1994), al considerar que las tareas de invención de problemas abren una ventana a través de la cual los docentes pueden mirar la comprensión matemática de los estudiantes y un espejo en el cual se refleja los contenidos y características de sus experiencias matemáticas escolares.

Lamentablemente, los maestros rara vez usan el planteamiento de problemas en sus clases; quizás porque les podría resultar difícil de aplicarlo en el aula o porque ellos mismos no poseen las competencias necesarias para hacerlo (Leung y Silver, 1997). Por esto, con los estudios de Moses et al., (1993), se intenta explicar algunos procedimientos básicos seguidos por los estudiantes cuando inventan problemas; así como recomendaciones a tomar en cuenta cuando se plantea una actividad de invención de problemas.

De igual forma English (1997), presenta un marco de conocimientos que necesitan los estudiantes para responder a las tareas de invención de problemas. A pesar de esto, se requieren más resultados de estudios que informen y expliquen el empleo de este tipo de tareas como actividad de clase; así como herramientas que permitan valorar los problemas planteados por los estudiantes.

Por último, concluimos que desarrollar actividades de invención de problemas no es una tarea sencilla tanto para el docente como organizador de la tarea como para el estudiante. Esto

porque el primero debe plantear situaciones que hagan sentir cómodo a los estudiantes y los motive a inventar diferentes problemas y los segundos porque son los encargados de realizar una actividad que podría ser más compleja que la resolución de problemas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayllón, M. (2004). *Invencción de problemas con números naturales, enteros negativos y racionales. Tarea para profesores de educación primaria en formación*. Memoria de Tercer Ciclo. Granada: Universidad de Granada
- Balka, D. S. (1974). Creative ability in mathematics. *Arithmetic Teacher*, 21, 633-636.
- Brown, S., Walter, M. (1990). *The Art of problem posing*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, S., Walter, M. (1993). *Problem posing*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Castro, E (2008). Resolución de problemas. Ideas, tendencias e influencias en España. En Luengo Ricardo; Gómez Bernardo; Camacho Matías; Blanco Lorenzo (Eds.). Investigación en Educación Matemática XII. *Actas del Duodécimo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 113-140). Basajoz: Sociedad Extremeña de Educación Matemática "Ventura Reyes Prósper"/ Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Cázares, J. (2000). *La invención de problemas en escolares de primaria: un estudio evolutivo*. Memoria de tercer ciclo. Granada: Universidad de Granada.
- Espinoza, J. (2011). *Invencción de problemas aritméticos por estudiantes con talento matemático: Un estudio exploratorio*. Memoria de Tercer Ciclo. Universidad de Granada
- Ellerton N. (1986). Children's made up mathematics problems- A new perspective on talented mathematicians. *Educational Studies in Mathematics*, 17, 261-271.
- English, L. (1997). The development of fifth-grade children's problem-posing abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 183-217.
- Kesan, C., Kaya, D & Güvercin, S. (2010). The Effect of Problem Posing Approach to the Gifted Student's Mathematical Abilities. *International Online Journal of Educational Sciences*, 2(3), 677-687.

- Kilpatrick, J. (1987). Problem formulating: Where do good problems come from? En A. Schoenfeld (Ed.) *Cognitive science and mathematics education*. (pp 123-148). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krutetskii, V.A (1976). *The psychology of mathematical abilities in school children*. Chicago: University of Chicago Press.
- Leung, S. (1994). On analyzing problem posing processes: A study of prospective elementary teachers differing in mathematics knowledge. In J.P. Da Ponte y J. F. Matos (Eds.), *Proceedings of the 18th International Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol 3 (pp. 168-175). Lisbon, Portugal: Author.
- Lin P, (2004). Supporting teachers on designing problem-posing tasks as a tool of assessment to understand students' mathematical learning. *Proceedings of the 28th Conference of the international. Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. 3 pp 257–264.
- Luque, A. (2004). *La invención de problemas en los que intervienen fracciones por estudiantes del tercer curso de secundaria*. Memoria de tercer ciclo. Granada: Universidad de Granada.
- Moses, B., Bjork, E. y Goldenberg, E. R (1990): Beyond problem solving: problem posing. En T. J. Cooney y C. R. Hirsch (eds.), *Teaching and Learning Mathematics in the 1990s*. Yearbook: National Council of Teachers of Mathematics, 83-91.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. Reston, VA: El autor.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: El autor
- Pelczer, I., Gamboa F. (2008). Problem posing strategies of mathematically gifted students. En R. Leikin (Ed.), *Proceedings of the 5th International Conference on Creativity in Mathematics and the Education of Gifted Students*, (pp 193-199). Haifa, Israel.
- Polya, G. (1979). *Cómo plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Polya, G. (1954). *Mathematics and plausible reasoning*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Silver, E. A. (1994). On Mathematical Problem Posing. *For the Learning of Mathematics*, 14(1), 19-28.

- Silver, E. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problema posing. *ZDM- Zentrallblatt fur Didaktik der Mathematik*, 29(3), 75-80.
- Silver y Cai (2005). Assessing students' mathematical problem posing. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), 129-135.
- Silver, E., Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521-539.
- Silver, E., Mamona-Downs, J., Leung, S., Kenney, P (1996). Posin matehematical problem: An exploratory study. *Journal for research in matehematics education*. 27(3), 293-309.
- Stoyanova, E. (1998). Problem posing in mathematics classrooms. En A. McIntosh y N. Ellerton (Eds.), *Research in Mathematics Education: a contemporary perspective*. (pp 164-185). Edit Cowan University: MASTEC.