

Resultados del proyecto: Simulaciones para la Enseñanza de la Geometría

BORBÓN, ALEXANDER¹

GUTIÉRREZ, MARCO

Costa Rica

Resumen

En este documento se describen los fundamentos y resultados obtenidos después del trabajo realizado en el proyecto que se denominó SIPEG (Simulaciones para la enseñanza de la geometría). Entre los objetivos que se plantearon en este proyecto estuvo el diseño, validación e implementación de simulaciones y guías de trabajo con problemas matemáticos para cada uno de los objetivos del área de geometría que fueron identificados en el nuevo programa de estudio del Ministerio de Educación Pública, para el nivel de séptimo año. Además, se realizó una investigación cuantitativa sobre el impacto en el aprendizaje de los estudiantes participantes después del uso de estas unidades didácticas, todas ellas con la validación por parte de jueces expertos. Para la recolección de la información se llevó a cabo una intervención pedagógica en el aula con estudiantes de octavo nivel, con la aplicación de las simulaciones creadas con el uso del programa gratuito GeoGebra, esto para realizar una comparación estadística sobre conocimientos adquiridos en geometría. En un segundo momento se realizó la intervención en el aula con estudiantes de séptimo año, donde fueron aplicados los diferentes problemas que se plantearon en cada una de las guías. Para la medición cuantitativa se aplicaron dos pruebas (pre-test y post-test) de conocimiento sobre resolución de problemas en el área de geometría, esto para establecer el alcance de las habilidades en el conocimiento matemático. Para la valoración de la actitud de los estudiantes ante la resolución de problemas se aplicaron dos diferenciales semánticos. Entre los principales resultados de la investigación se tiene que no se encontraron diferencias significativas en el sentir de los estudiantes al enfrentarse a los problemas matemáticos cuando se utiliza la metodología tradicional contra la metodología de resolución de problemas, sin embargo, sí se encontraron diferencias significativas en la percepción hacia los problemas a favor de los estudiantes que utilizaron la metodología de resolución de problemas, por último, se determinó que la metodología tradicional obtiene mejores resultados que la metodología de resolución de problemas al enfrentarse a un test de conocimientos matemáticos.

Palabras clave: Geometría, resolución de problemas, simulación, séptimo año, GeoGebra.

A. Introducción

Santos (2011), indica que:

¹TEC, Costa Rica.

Las propuestas recientes del currículum sugieren que los estudiantes utilicen herramientas computacionales en sus experiencias de aprendizaje. Sin embargo, ante el notable desarrollo de la tecnología y el reconocimiento de distintos instrumentos pueden ofrecer diferentes caminos y oportunidades para los estudiantes en los procesos de comprender y resolver problemas matemáticos, se hace necesario investigar el potencial que ofrecen algunas de estas herramientas en la construcción del conocimiento de los estudiantes.

Por otro lado, este autor afirma que “entre las reflexiones importantes alrededor de los temas de investigación en la educación matemática se destaca el reconocimiento de que aprender matemáticas va más allá de que el estudiante domine un conjunto de reglas, algoritmos, fórmulas o procedimientos para resolver listas de problemas rutinarios.”(Santos, 2011, p.1). La resolución de problemas viene siendo un tema de gran relevancia en la investigación matemática de los últimos años, donde en el currículum de matemática y las prácticas para llevar a cabo una notable y significativa educación matemática incorpora esta dinámica en muchos países del mundo, incluyendo nuestro país a partir del año 2013.

Bajo esas premisas, en esta investigación se planteó como propósito general el diseño de simulaciones con el software GeoGebra como apoyo para la enseñanza de temas de geometría, estipulados en el programa de estudio del Ministerio de Educación Pública (en adelante MEP), junto con una guía de problemas matemáticos enmarcados en contextos particulares, esto con la finalidad de producir situaciones problema, con la intención de ilustrar la aplicabilidad de la matemática en escenarios comunes y con ello visualizar su importancia en la resolución de problemas de la vida cotidiana. Además, se incluyó la evaluación cuantitativa del impacto pedagógico sobre el aprendizaje, de los contenidos matemáticos en geometría para el nivel de séptimo año, en la que el programa GeoGebra y la guía de problemas constituyeron herramientas pedagógicas innovadoras, ajustándose a la propuesta del MEP para la educación matemática del país. En efecto, la investigación se desarrolló con la intención de generar una guía didáctica que incorporara un conjunto de problemas matemáticos junto con una secuencia de simulaciones dinámicas para el aprendizaje de los temas de geometría en séptimo año, que permitieran desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje significativos, de acuerdo con la metodología de resolución de problemas implementada por el MEP a partir del año 2013.

La investigación se justificó en la intención de construir materiales didácticos que, enmarcados en los parámetros oficiales de nuestro país, posibiliten al docente de matemática acceder de una manera más sencilla a una guía orientada en la nueva metodología, ofreciendo diversos problemas para el trabajo de aula con los estudiantes y permita la visualización mediante los efectos dinámicos creados por las distintas simulaciones. El uso de la computadora como facilitador de los procesos de aprendizaje de la matemática se enmarcó bajo la perspectiva del uso de programas de software libre. De esta manera, la investigación aporta conocimientos y productos que se espera contribuyan a facilitar los procesos de aprendizaje de la matemática en la educación media, a la vez que propician el uso de la tecnología computacional en dichos procesos y acerque al docente y a los estudiantes al empleo de programas computacionales de software libre como facilitador en el proceso de aprendizaje de la matemática.

Con la incorporación del nuevo programa de estudio se hace necesario un replanteamiento de la metodología y de los recursos que se utilizan tradicionalmente para la enseñanza de la matemática; dentro de estas modificaciones corresponde un cambio de estrategias e implementación de métodos que logren que el estudiante sea el constructor de su propio conocimiento, que garantice una buena adquisición de competencias matemáticas, que logre diseñar estrategias adecuadas para la resolución de problemas, así como una comunicación de sus resultados. Con lo que respecta al profesor, dentro del proceso de lo que se denomina “institucionalización del conocimiento”, se hace cada vez más necesario el recurso de apoyo didáctico, como el material concreto y el uso de la tecnología, con lo cual se necesita que el docente conozca y maneje adecuadamente programas computacionales que fortalezcan la enseñanza de la matemática, y que a la vez promueva una verdadera construcción del conocimiento matemático por parte del alumno. La riqueza en el uso de programas computacionales como apoyo para la enseñanza de la matemática es innegable, y cada vez más debe atribuírsele la importancia que

merece, se convierte en una herramienta útil para los procesos de visualización, de conjetura y de aprendizaje significativo de la matemática. En estos procesos las diversas tecnologías computacionales ha contribuido en los últimos diez años a desarrollar nuevas estrategias de aprendizaje, propiciando un nuevo sentido a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la matemática.

De hecho, la NCTM (2000) identifica el uso de la tecnología como un elemento esencial que debe sustentar las propuestas curriculares:

Las computadoras y las calculadoras cambian lo que los estudiantes pueden hacer con las representaciones convencionales y expandan el conjunto de representaciones con las que trabajar. Por ejemplo, los estudiantes pueden mover, invertir, reducir, visualizar relaciones a través de programas de utilidades o software dinámico. Cuando los estudiantes aprenden a utilizar estas nuevas herramientas versátiles, pueden también analizar las formas en que algunas representaciones que se realizan empleando la tecnología difieren de las representaciones convencionales (p.68-69).

En la propuesta que plantea el MEP incluye de forma vinculante el uso de la tecnología para la enseñanza de la matemática, esto como recurso de mediación pedagógica en el contexto de la resolución de problemas, específicamente en el programa de estudio vigente desde el año 2013 se dice que:

El uso de tecnologías es central para enriquecer y redimensionar la resolución de problemas y las estrategias educativas. En estos planes de estudio se incorporan mediante el tratamiento de varios tópicos, aumentando su uso con el avance en los años lectivos. Esto se hace por medio de indicaciones puntuales, así como otras que se colocan al final de cada área en cada ciclo. La selección de algunos contenidos asume este enfoque (como las rotaciones en el Ciclo diversificado). No obstante, las habilidades específicas que se incluyen son relativamente pocas. Esto es así precisamente porque el país no posee todas las condiciones formativas para una introducción más intensa. La forma en que se coloca en los planes, sin embargo, permite que se puedan usar las tecnologías en diversas condiciones. Con el tiempo se deberá intensificar el uso de las tecnologías.

Es importante mencionar que el uso de la tecnología como recurso pedagógico requiere de una planificación, y en sí misma un conocimiento adecuado del software, esto permitirá que su uso sea más efectivo, que sea compatible con los objetivos que se desean alcanzar, que su empleo se centre en el aprendizaje, y en consecuencia se evitará un uso inapropiado y poco efectivo de dicha tecnología.

Con respecto a esta afirmación en el programa del MEP se indica que:

El uso de tecnología en el aula debe hacerse de manera apropiada. Existen diferencias en los fines y posibilidades de cada tecnología. Es necesario tener muy claro que el uso de tecnologías debe hacerse en función estricta del aporte que ofrezca al logro de fines de aprendizaje consignados, no debe adoptarse su uso por el valor intrínseco de la tecnología, sea cual sea éste. (MEP, p.69).

En este proyecto se empleó el recurso tecnológico mediante la construcción de simulaciones con ayuda del programa GeoGebra, esto permitirá que el docente pueda tener en ellas un apoyo para que el estudiante visualice,

explore y conjeture, logrando así un conocimiento mucho más natural, y con ello obtener una adecuada formación matemática, reduciendo así la barrera que puede existir entre el estudiante y quién plantea el conocimiento o saber.

Es conveniente considerar que aunque sea de una forma paulatina y tal vez escalonada, la educación tiene la obligación de centrar su atención en preparar a individuos pensantes, críticos y capaces de utilizar los medios y recursos tecnológicos disponibles para su formación, pero no dejamos de lado que nuestra posición se centra en que se debe tener claro cuál es la educación que se desea impulsar, para que la tecnología juegue un papel importante en la labor educativa. La labor educativa será eficaz y tendrá éxito cuando también los docentes estén adecuadamente preparados para hacer frente a las nuevas decisiones en sus creencias y, por ende, los cambios que la tendencia actual le hace tomar, por tanto el docente debe poseer un conocimiento que va más allá del nivel que enseñará y ser capaz de adaptarse a las variaciones de los métodos. Bajo la perspectiva de la nueva metodología que fue impulsada por el MEP es necesario que el docente adquiera una serie de competencias tales como: compromiso, preparación, organización, ser innovador y entusiasta por conocer las nuevas tecnologías, esto con el fin de que su enseñanza esté acorde con los tiempos actuales. En el nuevo planteamiento que se propone en el plan de estudio sin duda alguna el docente tiene que estar preparado, debe adaptar sus métodos de enseñanza y sobre todo conocer la corriente pedagógica a la que debe orientar su enseñanza. Por esa razón en este proyecto se presenta un insumo de recursos tanto con el uso de la tecnología como la propuesta de problemas que faciliten la comprensión del docente en como debe re-direccionar su propuesta de enseñanza.

En esta nueva reforma educativa el pensamiento del docente es importante para el cumplimiento de los objetivos que en ella se plantean. El profesor no actúa únicamente como un técnico que aplica instrucciones, sino es un constructor que asimila la información, es reflexivo, toma decisiones, genera instrumentos y conocimientos, actúa y posee creencias que influyen en la práctica profesional.

Los nuevos programas de estudio al incorporar un aprendizaje basado en competencias presentan un gran reto para lograr diferenciar aquellos saberes que deben ser básicos y los que deben ser imprescindibles. Con esta corriente educativa se busca promover un aprendizaje de la matemática bajo la premisa de una formación del individuo en las condiciones actuales y que estén enmarcadas en las competencias matemáticas.

Las innovaciones curriculares en matemáticas son esenciales porque se logra superar en gran medida el estancamiento que en forma natural los sistemas educativos conservan donde éstos se convierten en monótonos debido a las prácticas tradicionales, improvisadas y hasta mecánicas de los profesores. Los cambios curriculares representan una modificación en la visión y en la forma de enseñar, por ende son “inevitables” y “necesarios”, que a su vez incorporan algunos elementos fundamentales como lo son la adaptación a este proceso de cambio, el conocimiento y aplicación de una nueva corriente filosófica en el campo de la educación y la disposición que tenga el profesor para enfrentar este cambio de forma adecuada, modificando sus prácticas tradicionales, que ya por sí mismas están arraigadas desde su formación profesional. Los nuevos programas de estudio, al incorporar un aprendizaje basado en resolución de problemas, presentan un gran reto para lograr que esta dinámica sea fundamental en el proceso de enseñanza.

B. Metodología de resolución de problemas

La resolución de problemas ha sido ya por más de tres décadas una corriente pedagógica que ha sido incorporada en la investigación matemática mundial y en los currículos actuales de muchos países. Si bien es cierto, existe aún una discusión sobre su definición e identidad, autores como Schoenfeld y Pólya proponen su génesis y principios fundamentales que orientan esta forma de aprender matemáticas.

Pólya y Schoenfeld dedican su exposición en resaltar la importancia que el estudiante sea el constructor de su conocimiento, que realice un trabajo similar al que realiza un matemático a la hora de proponer sus hallazgos y resultados. En este proceso se establece un posible mecanismo que logre guiar de una manera más natural al estudiante en el encuentro de su conocimiento mediante las llamadas heurísticas.

La resolución de problemas se identifica como una forma de pensamiento, de tal forma que se involucre tanto al profesor como al alumno en la construcción del conocimiento, que se busquen diversas maneras o estrategias para resolver una situación problema y que lo trascendental no sea únicamente brindar una respuesta al problema, sino identificar y comprobar diversas maneras de representar, explorar y resolver el problema.

Schoenfeld (1985, pipi) indica sobre la resolución de problemas que “aprender a pensar matemáticamente involucra más que tener una gran cantidad de conocimiento de la materia al ‘dedillo’. Incluye ser flexible y dominar los recursos dentro de la disciplina, usar el conocimiento propio eficientemente, y comprender y aceptar las reglas tácticas del juego”.

En esta manera de concebir el aprendizaje de la matemática es fundamental el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante, esto quiere decir que es muy importante que éste se involucre en las actividades problema que se le propongan, esto con el objetivo que se refleje un verdadero quehacer matemático. Es decir, se reconoce la importancia del proceso de construcción del conocimiento matemático.

En forma general el gran reto de la enseñanza de la matemática basado en la resolución de problemas es crear ambientes que reflejen esta práctica, es decir, actividades que fomenten un espíritu de investigación, propio de las tareas en la creación del conocimiento matemático.

C. La resolución de problemas en los nuevos programas

Autores como Pólya y Schoenfeld tienen aportes importantes en la resolución de problemas, cada uno proponiendo sus ideas y consideraciones, y desde esa perspectiva se han fundamentado los nuevos programas de estudio, donde se incorpora una visión de las matemáticas mucho más realista y cercana al contexto, que pretende involucrar al estudiante en el proceso de construcción de conocimientos, que se valore las matemáticas, y que el estudiante deje de cuestionarse ¿esto para qué me sirve?, sino que interiorice en la rama y se siente motivado por estudiar y aprender matemáticas.

Generalmente el estudiante aprende definiciones, teoremas, algoritmos y trata de generalizarlo para toda situación nueva, sin embargo con esta propuesta se espera reconstruir esa visión y poner al estudiante como protagonista del proceso de aprender matemáticas.

Es importante resaltar que desde el contexto de la educación media en los nuevos programas de estudio, se propone que se tome en cuenta cuatro pasos o momentos centrales para el aprendizaje de los conceptos:

1. Propuesta de un problema.
2. Trabajo independiente del estudiante.
3. Discusión interactiva y comunicativa.
4. Clausura o cierre.

En el contexto donde se desarrolló este proyecto, se buscó que el apoyo de las guías de problemas matemáticos así como el empleo de los recursos tecnológicos con las simulaciones creadas con el programa GeoGebra sirvieran de insumo para aportar con mayor naturalidad a la institucionalización de los saberes, que su utilización en el aula aportara los conocimientos adecuados y correctos y lograra seguir la secuencia de pasos que se mencionó anteriormente.

D. Uso de las tecnologías en resolución de problemas

Como se dijo anteriormente, en la metodología de resolución de problemas también se contempla el uso de la tecnología como punto central para enriquecer y redimensionar tanto a dicha metodología como a las estrategias educativas. En este plan de estudio se recomienda su incorporación mediante el tratamiento de varios tópicos, aumentando su uso con el avance en los años lectivos. Esto se puede hacer por medio de indicaciones puntuales, así como otras que se colocan al final de cada área en cada ciclo.

Este proyecto fue elaborado con el fin de promover cada vez más el uso de la tecnología en el aula de matemática y, en particular, con el diseño de simulaciones para apoyar la enseñanza de la geometría de acuerdo al nuevo plan de estudio; además de facilitar la tarea en la resolución de problemas aprovechando las facilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, donde se promueve la construcción del pensamiento matemático.

El uso de las simulaciones en las distintas actividades que fueron desarrolladas en este proyecto, permitió que los estudiantes se sintieran más motivados, despertando una curiosidad por construir sus propias deducciones o conjeturas, que sin duda alguna, es lo que se desea reflejar en la resolución de problemas.

E. Metodología

El objetivo principal de la investigación fue diseñar, implementar y validar un conjunto de simulaciones con el programa GeoGebra para apoyar el desarrollo de algunos objetivos propuestos en el programa de la educación secundaria en el área de la geometría para el nivel de séptimo año, la población a la que va dirigido el producto final es justamente la de séptimo nivel de secundaria de nuestro país. El proyecto logró un producto final que consiste en dos libros dirigidos a Geometría de Séptimo año que utilizan las simulaciones realizadas y la investigación como tal es analizar el impacto de este producto sobre el aprendizaje de los estudiantes una vez aplicadas las simulaciones.

Para llevar a cabo el estudio se tomó la muestra por criterios valorados por los investigadores, como la cercanía y disponibilidad de participación, para ello se contactaron algunos colegios y se escogieron bajo los criterios de interés del profesor participante y tipo de colegio, luego se solicitaron los permisos correspondientes para aplicar los cuestionarios. Los colegios que participaron fueron tres colegios de la provincia de Cartago.

Desde el inicio de la investigación se encontraron algunas dificultades que se fueron solventando. La primera dificultad se dio porque el Ministerio de Educación Pública (MEP) implantó los nuevos programas con la metodología principal de resolución de problemas de forma sorpresiva a inicios del año 2013, esto quitó la posibilidad de contar con grupos experimentales y grupos de control del mismo nivel; bajo esta circunstancia se decidió tomar a los estudiantes de octavo año como grupos de control, ellos cursaron el nivel de séptimo el año anterior bajo la metodología tradicional y se consideró que era la única posibilidad de tener dicho grupo de control.

Durante la investigación se aplicó un pre-test y un post-test a los estudiantes, la aplicación de dichos test se dio a lo largo del año 2013 en varias etapas:

1. Se aplicó el pre-test a los estudiantes de séptimo año al inicio del ciclo lectivo, entre los meses febrero y marzo.
2. Se realizó una clase de refuerzo para los estudiantes de octavo con la metodología tradicional y así evitar un poco el sesgo provocado por las vacaciones de estos estudiantes, esta clase tenía una duración de 80 minutos. En la clase inmediata posterior se aplicaba el post-test a estos estudiantes de octavo nivel, este fue aplicado también en los meses de febrero y marzo.

3. Al final del año (después de estudiar el tema de geometría) se le aplicó el post-test a los estudiantes de sétimo.

El pos-test fue aplicado en el mes de diciembre, inicialmente se tenía planeado aplicarlo en junio para hacer el análisis de datos en la segunda mitad del año, sin embargo, de acuerdo a los nuevos programas del MEP el tema de geometría, que siempre se daba en el primer trimestre, pasó a ser estudiado en el último trimestre. Esta fue otra dificultad que se dio en la investigación ya que los datos para hacer el estudio cuantitativo llegaron hasta el final del año.

F. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

El proyecto se dividió en dos etapas, la primera en donde se dio el diseño, implementación y validación de las guías en conjunto de la creación de las simulaciones que las acompañaban y que, eventualmente, finalizó con la publicación de dos libros dirigidos a geometría de sétimo año y la segunda etapa en donde se llevó a cabo la medición del impacto del material realizado en la enseñanza, al ser utilizado por profesores de matemática en sus aulas.

Para la primera etapa, una vez que se tenían las versiones preliminares de las guías y las simulaciones, se llevó a cabo una validación por parte de expertos, para eso se les solicitó la ayuda a nueve profesores de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Para la recolección de la información de la segunda etapa se realizaron tres instrumentos.

1. Un diferencial semántico compuesto por 10 parejas de antónimos para medir cómo se sienten los estudiantes al enfrentarse a un problema matemático, las parejas utilizadas fueron: Feliz-Triste, Emocionado-Aburrido, Confiado-Preocupado, Confundido-Claro, Deprimido-Alegre, Calmado-Angustiado, Optimista-Pesimista, Tonto-Inteligente, Bien-Mal y Frustado-Motivado. De manera intuitiva se tiene la hipótesis de que los estudiantes, después de utilizar la metodología de resolución de problemas, estarán más acostumbrados a enfrentarse a los problemas y obtendrán mejores resultados en este diferencial semántico que los estudiantes que utilizaron la metodología tradicional.
2. Un diferencial semántico compuesto de 10 parejas de antónimos para medir las creencias de los estudiantes sobre resolver un problema matemático, las parejas de antónimos fueron: Fácil-Difícil, Aburrido-Divertido, Rápido-Lento, Claro-Confuso, Complicado-Sencillo, Cansado-Descansado, Necesario-Innecesario, Útil-Inútil, Tedioso-Entretenido, Feo-Bonito. De igual forma, se esperaba que los estudiantes al aplicar la metodología de resolución de problemas se acostumbraran a ellos y los vieron desde una mejor perspectiva que los estudiantes que utilizaron la metodología tradicional.
3. Un cuestionario compuesto por 10 preguntas matemáticas, la mayoría de ellas de desarrollo con algunas de respuesta breve. En este cuestionario se buscaba medir los conocimientos matemáticos que tenían los estudiantes al momento de responder. Los temas que se trabajaron son: rectas perpendiculares, bisectriz, mediatriz, ángulos y segmentos congruentes, construcciones geométricas, ángulos adyacentes, par lineal, ángulos entre dos paralelas y una transversal, suma de los ángulos internos y externos de un triángulo, desigualdad triangular, ángulos internos y externos de un cuadrilátero, ángulos complementarios, ángulos congruentes, área de polígonos y conceptos básicos de geometría.

G. Procedimientos de recolección de información

En la primera parte de la investigación donde se realizó la evaluación de las guías por parte de expertos se le brindaron dos guías a cada experto además de los archivos de las simulaciones y el cuestionario sobre aspectos que tenían que revisar de la propuesta, posteriormente los expertos devolvían el cuestionario y las guías con la información solicitada.

Para la recolección de los datos de la segunda parte de la investigación se hicieron varias visitas a los distintos colegios:

1. En una primera visita se realizó la sesión de refuerzo con los estudiantes de octavo año para que recordaran los conceptos vistos en séptimo nivel.
2. Se realizaron algunas visitas posteriores para poder aplicar el pre-test a los grupos de séptimo año y el post-test a los de octavo.
3. A lo largo del desarrollo del tema de geometría se realizaron un par de visitas para observar el desarrollo de los temas por parte del profesor. En estas oportunidades también se realizaron entrevistas informales al profesor.
4. Por último, cuando el profesor había finalizado el tema de geometría, se realizaron algunas visitas para poder aplicar el post-test a los estudiantes de séptimo nivel.

H. Resultados

En los diferenciales semánticos se dio una clara disminución de los resultados al comparar la aplicación del pre-test al inicio del año lectivo con respecto al post-test aplicado al final del año lectivo. La hipótesis inicial del proyecto era que la metodología de la resolución de problemas lograría que los estudiantes mejoren su percepción hacia los problemas matemáticos, resultado que no se dio; sin embargo, la disminución fue mayor en los estudiantes que utilizaron la metodología tradicional. Es decir, en ambos casos la percepción empeora, pero la resolución de problemas logra que no disminuya en forma significativa.

Se debe profundizar más sobre este resultado inesperado e identificar los factores que hacen que esta percepción empeore, sobre todo se debe analizar bien la transición de los estudiantes de primaria a secundaria. Se debe revisar, por ejemplo, el tipo de problemas que se ven en primaria y la forma en que los maestros los resuelven y contrastarlo contra los problemas que se trabajan en secundaria. También es importante revisar la definición de problema que tienen los maestros y los profesores ya que es fácil confundir el término “problema” con el término “ejercicio” y esto podría estar afectando los resultados de los diferenciales semánticos.

Dentro de los resultados preocupantes de esta diferencia entre pre-test y post-test es que los estudiantes tienden a creer que los problemas matemáticos son más aburridos, lentos, cansados, innecesarios, inútiles y feos que cuando entraron a séptimo año, esto cuando se utiliza la metodología tradicional, resultado que no varía mucho con respecto a la metodología de resolución de problemas ya que al final de séptimo los estudiantes tienden a pensar que resolver un problema matemático es más aburrido, innecesario e inútil que cuando entraron en séptimo nivel.

Aun así se obtuvo que la metodología de resolución de problemas logró que los estudiantes se sintieran más inteligentes y, en general, mejor al resolver problemas matemáticos que la metodología tradicional. Además, aunque los estudiantes piensan que resolver un problema matemático puede ser un poco lento, complicado y cansado tienen claro que los problemas matemáticos son útiles y necesarios. Por último, la aplicación de la nueva metodología de resolución de problemas provocó que los estudiantes creyeran que los problemas son

más fáciles, divertidos, claros, descansados, necesarios, útiles y bonitos que aquellos estudiantes que habían recibido las clases con las metodologías tradicionales. Estos resultados son alentadores, sin embargo, deben tomarse con cautela ya que es normal que los estudiantes reciban con entusiasmo una nueva metodología, se cree necesario volver a llevar la investigación cuando la resolución de problemas esté bien asentada dentro del sistema educativo nacional.

Con respecto al test de contenidos matemáticos se observó que hubo una mejora significativa en ambos casos, lo que demuestra que ambas metodologías logran su objetivo de enseñar a los estudiantes los contenidos matemáticos, sin embargo, el mejor resultado se obtuvo con la metodología tradicional. Aun cuando se produjo una mejora en ambos casos, un resultado muy preocupante es que, en general, se obtuvieron resultados muy bajos en el test (un promedio de 20 sobre 100 en el caso de la resolución de problemas y un promedio de 28 sobre 100 en el caso de la metodología tradicional).

En todas las preguntas que presentan diferencias significativas siempre se dio un mejor promedio hacia los estudiantes de octavo que utilizaron la metodología anterior, lo que indica que la metodología anterior fue más efectiva que la nueva metodología. Sin embargo, este resultado puede deberse a varias limitaciones que se dieron durante la investigación:

1. El pre-test se aplicó al inicio del curso lectivo cuando los estudiantes están muy motivados por el nuevo año de estudios, lo mismo que el post-test aplicado a los grupos de octavo que utilizaban la metodología anterior. En cambio, el post-test de los grupos de séptimo fue aplicado al final del año lectivo cuando los estudiantes ya estaban por salir a vacaciones por lo que no aplicaron su mayor esfuerzo.
2. La nueva metodología no fue aplicada en su totalidad y en todas las lecciones, por estar en un periodo de transición los profesores utilizaron la metodología anterior y eventualmente aplicaban clases con la resolución de problemas, pero fueron pocas.
3. La metodología anterior ya tenía mucho tiempo de haber sido implementada y el profesor estaba acostumbrado a dar sus clases con ella mientras que está en un periodo de transición con la nueva metodología y se necesita un tiempo para que el profesor y los estudiantes se adapten a ella.

Aun así, en la investigación el resultado es claro de que la metodología tradicional logró mejores resultados en contenidos matemáticos que la resolución de problemas. Nuevamente se sugiere volver a llevar el estudio cuando la metodología de resolución de problemas esté mejor implantada en la educación del país.

Referencias

- [1] Brousseau, G. (1986). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. Publicado con el título: Fondaments et méthodes de la didactique des Mathématiques. En la revista: Recherches en Didactique de Mathématiques, Vol. 7 No. 2, pp. 33-115, 1986.
- [2] Ministerio de Educación Pública, Costa Rica. (2013). Programas de Estudio Educación Diversificada.
- [3] NCTM (2000). Principles and Standards for School Mathematics. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- [4] Polya, G. (1965). Cómo plantear y resolver problemas. México: Trillas, reimpresión 2002.
- [5] Santos-Trigo, M. (2011). La educación matemática, resolución de problemas y el empleo de herramientas computacionales. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, CIAEM. 6(8): 35-54.
- [6] Schoenfeld, A. (1985). Mathematical Problem Solving. New York: Academic Press.