

2016-01-01

Herramientas neuropedagógicas: una alternativa para el mejoramiento en la competencia de resolución de problemas en matemáticas

Diego Mauricio Pinzón Blanco

Institución Educativa Fagua, Chía, mauricio.pinzon.blanco@gmail.com

Francisco Javier Téllez Sánchez

Institución Educativa Fagua, Chía, franciscotellez06@yahoo.es

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

Citación recomendada

Pinzón Blanco, D. M., y F.J. Téllez Sánchez. (2016). Herramientas neuropedagógicas: una alternativa para el mejoramiento en la competencia de resolución de problemas en matemáticas. *Actualidades Pedagógicas*, (68), 15-41. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.4002>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Herramientas neuropedagógicas: una alternativa para el mejoramiento en la competencia de resolución de problemas en matemáticas

Diego Mauricio Pinzón Blanco

Institución Educativa Fagua, Chía, Colombia

mauricio.pinzon.blanco@gmail.com

Francisco Javier Téllez Sánchez

Institución Educativa Fagua, Chía, Colombia

franciscotellez06@yahoo.es



Resumen: El presente artículo da a conocer los resultados encontrados en la fase de preprueba de la implementación de una estrategia basada en herramientas neuropedagógicas, con la cual se busca fortalecer la competencia de resolución de problemas matemáticos (caso funciones trigonométricas) puntualmente en el proceso metodológico. La metodología aplicada para esta investigación tiene un enfoque mixto, con un diseño preexperimental. Tiene como base los datos iniciales de las pruebas internas y externas aportadas por la institución y los docentes, y la información adquirida a través de un instrumento diseñado a la luz de la perspectiva neuropedagógica. Conclusiones: incluir estrategias centradas en la neuropedagogía permite visualizar aspectos para potenciar competencias en los estudiantes desde lo creativo-emocional y lo operativo-práctico.

Palabras clave: competencia matemática, plataforma virtual, neuropedagogía, resolución de problemas.

Recibido: 7 de diciembre de 2015

Aceptado: 13 de marzo de 2016

Cómo citar este artículo: Pinzón Blanco, D. M. y Téllez Sánchez, F. J. (2016). Herramientas neuropedagógicas: una alternativa para el mejoramiento en la competencia de resolución de problemas en matemáticas. *Actualidades Pedagógicas*, (68), 15-41. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/ap.4002>





Neuropedagogical Tools: An Alternative to Improving Problem Solution Skills in Mathematics

Abstract: This paper reveals the results of the pre-test phase of the implementation of a neuropedagogical tool-based strategy aimed at strengthening problem solution skills in mathematics (trigonometric functions), specifically in the methodological process. The methodology applied to this investigation is mixed with a pre-experimental design, based on the initial data provided by internal and external tests provided by the institution and the professors, as well as information acquired through an instrument designed in light of neuropedagogy. Conclusions: Including neuropedagogy-centered strategies makes it possible to visualize aspects to enhance the students' skills from a creative, emotional, operational and practical point of view.

Keywords: Mathematical competence, virtual platform, neuropedagogy, problem solving.



Ferramentas neuro-pedagógicas: uma alternativa para o melhoramento na habilidade de resolução de problemas em matemáticas

Resumo: Este artigo dá a conhecer os resultados encontrados na fase de pré prova da implementação de uma estratégia baseada em ferramentas neuro-pedagógicas, com a qual se busca fortalecer a competência de resolução de problemas matemáticos (caso funciones trigonométricas) pontualmente no processo metodológico. A metodologia aplicada para esta pesquisa tem um enfoque misto, com um desenho pré-experimental, tendo como base os dados iniciais das provas internas e externas aportadas pela instituição e os docentes, e informação adquirida através de um instrumento desenhado sob a luz da perspectiva neuro-pedagógica. Conclusões: Incluir estratégias centradas na neuro-pedagogia permite visualizar aspectos para potenciar habilidades nos estudantes desde o criativo emocional e o operativo prático.

Palavras chave: habilidade matemática, plataforma virtual, neuro-pedagogia, resolução de problemas.



Introducción

Claramente la educación ha dado un gran salto en cuanto a didácticas y metodologías adoptadas para dinamizar y aportar al proceso de enseñanza y aprendizaje. Se puede evidenciar la utilización de recursos tecnológicos como elementos de mediación para la enseñanza de temáticas específicas, puesto que el uso de la tecnología representa una necesidad preponderante para efectos de competitividad y calidad dentro ámbito educativo. Además de esto, emergen metodologías educativas que se centran en el estudiante y se fundamentan en la neuropsicología, la cual se basa en el cerebro como órgano social en permanente construcción, y que reconoce la generación de conocimiento válido y significativo para el individuo, siempre y cuando se tenga en cuenta como ser emocional, racional, operativo, y todo lo que ello implica (Jiménez, s. f.).

Es así como las instituciones educativas deben desarrollar propuestas para estudiantes ya inmersos en el mundo virtual, que requieren de sesiones de clase y aulas más dinámicas. En esta instancia, sin duda, la tecnología desempeña un papel fundamental que llevará al mejoramiento y la superación de dificultades en áreas que históricamente han sido complejas de enseñar y de aprender. Aquí la neuropsicología debe ser vista como oportunidad para visualizar las necesidades, maneras de pensar y de actuar, gustos, habilidades y cualidades de los estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, específicamente en la Institución Educativa Fagua se evidencia un desempeño bajo en el área de matemáticas de grado décimo. Allí se observan estrategias poco efectivas en el aula y se advierte una baja motivación por parte de los estudiantes frente a la asignatura, lo que lleva a resultados insatisfactorios en pruebas externas (Saber 11) y un

nivel de los alumnos por debajo de los estándares mínimos exigidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para el área.

Puntualmente, los alumnos expresan que sus motivaciones e intereses, así como sus habilidades, destrezas y maneras de pensar, con frecuencia no son reconocidos para que sean potenciados en el aula, ya que el docente desconoce su realidad y modos de interpretar las orientaciones que se imparten en el área de matemáticas. Por otra parte, en el desarrollo de las pruebas específicas de trigonometría se puede apreciar, a la hora de evaluar, que los estudiantes carecen de una secuencia metodológica para la resolución de problemas y se identifican errores al tratar de construir una posible solución para estos, como: suprimir datos o relacionarlos de manera incorrecta, fallas en los cálculos y en la manipulación de símbolos matemáticos, mala interpretación de hechos matemáticos descritos en lenguaje simbólico e inferencias lógicas no válidas, entre otras.

En síntesis, las clases son predominantemente magistrales. No existen propuestas claras para el aprendizaje colaborativo mediado por entornos virtuales que potencien la apropiación de las diferentes temáticas dentro del área y posterior contextualización de la trigonometría en la cotidianidad de los estudiantes para generar la motivación que se requiere, y así mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según la problemática planteada, claramente, una de las intenciones de la educación es desarrollar competencias específicas para que los estudiantes puedan enfrentar el mundo laboral y profesional que se vislumbra en la actualidad. Esto contrasta con el fortalecimiento de competencias ciudadanas que posibilitan la convivencia en un mundo bastante competitivo. En este sentido, entidades internacionales, como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Fondo Monetario Internacional (FMI), entre otros, y del ámbito nacional, como el MEN, responden a esta dinámica a través de políticas, estándares y lineamientos para todas las áreas del conocimiento.

Específicamente, en el área de matemáticas se pretende potenciar en el educando la habilidad de resolver problemas centrados en su entorno o contexto. Aquí es necesario aclarar que la resolución de problemas no solo debe ser tomada como respuesta a las políticas internas de educación, sino un aspecto central en el proceso de aprendizaje de la matemática, y como fuente principal de apropiación del conocimiento matemático, puesto que en las situaciones cotidianas las matemáticas cobran sentido para el estudiante y

dejan de ser un lenguaje complejo que no explica su realidad. De esta manera, Trigo (citado por Golbach et al., 2011) considera que: “en la actualidad, resulta necesario para la construcción del conocimiento matemático la aplicación de actividades que conlleven a la resolución de problemas, puesto que allí es donde la regulación del aprendizaje ocupa un lugar importante” (p. 5).

Por su parte, Schoenfeld (1989) resalta que la resolución de problemas necesita ser comprendida como la capacidad que deben desarrollar los estudiantes para enfrentarse a situaciones que requieren procesos cognitivos complejos, en las cuales las matemáticas definitivamente aportan, y son de gran utilidad para dar una o varias soluciones para determinada situación de contexto. Así, el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (Icfes), por medio de las pruebas Saber 11, evalúa la capacidad que tienen los estudiantes para interpretar, representar, formular, ejecutar y argumentar, a partir de las matemáticas, situaciones de contexto que configuran una problemática sin solución obvia, y que resalta aún más la imperiosa necesidad de fortalecer en el estudiante procesos, metodologías y puntos clave para la formulación y resolución de problemas.

Sin embargo, los requerimientos en el ámbito internacional en un mundo globalizado no son los únicos argumentos para el mejoramiento de la competencia de resolución de problemas. Se ha sugerido que utilizar problemas de contexto permite en el alumno afianzar la toma de decisiones, así como involucrarse y activar conocimientos, habilidades y competencias que se tienen, pero que necesitan desarrollarse. De esta forma, y de acuerdo con los planteamientos anteriormente expuestos, los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Fagua necesitan desarrollar competencias en la formulación y resolución de problemas en matemáticas, puesto que se evidencian múltiples limitaciones y dificultades para enfrentar problemas del área. Aquí es necesario atender tanto los pasos para llegar a la solución de un problema como la apropiación de conocimientos específicos en el área de matemáticas.

Por otra parte, el paradigma tecnológico que se plantea actualmente se ha generalizado a todos los ámbitos de la humanidad, y la educación no es ajena a este cambio. De acuerdo con lo anterior, los *ambientes virtuales de aprendizaje* (AVA) surgen como respuesta a dicha transformación, incorporando las diferentes herramientas y dispositivos tecnológicos al campo educativo debido al sinnúmero de posibilidades que ofrece la conectividad y la tecnología para la formación de estudiantes integrales.

Así mismo, dichos ambientes virtuales educativos están respaldados por propuestas pedagógicas y didácticas que hacen coherente la labor del docente (enseñar y orientar) y la mediación tecnológica. Al respecto, Gros y Silva afirman que:

La inserción de las TIC en los contextos educativos pueden reportar beneficios para el sistema educativo en su conjunto: alumnos, docentes y la comunidad educativa en general. En el caso de los docentes, la tecnología pone a su disposición diversos recursos tales como software, documentos, páginas web, blogs, etc, que facilitan la participación en redes de docentes y apoyan el trabajo de proyectos en forma colaborativa con otros centros educativos. (2005, p. 1)

Por otro lado, los estudiantes ya inmersos en el mundo virtual requieren sesiones de clase y aulas más dinámicas; en esta instancia, sin duda, la tecnología desempeña un papel fundamental, debido al manejo autónomo del tiempo y el espacio, tal como lo resalta Ferro (2009):

20 ■ Las TIC en la formación y enseñanza aporta múltiples ventajas en la mejora de la calidad docente, materializadas en aspectos tales como el acceso desde áreas remotas, la flexibilidad en tiempo y espacio para el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje o la posibilidad de interactuar con la información por parte de los diferentes agentes que intervienen en dichas actividades.

Es así como los maestros necesitan reevaluar sus estrategias educativas para ligar el mundo tecnológico e informático con el ámbito académico. Cabe resaltar que el proceso de reevaluación y sensibilización no solo lo deben emprender los docentes, sino, en general, todas las personas que se involucran en el contexto educativo; deben aunar esfuerzos para propiciar los espacios de interacción virtual. De acuerdo con esto, es necesario que el docente, dentro de su formación continua, se responsabilice y se concientice de la importancia de conocer el funcionamiento y aplicabilidad de las herramientas y dispositivos que la tecnología ofrece y que pueden ser utilizados con fines académicos, y de esta manera adquirir la destreza necesaria para su aplicación cotidiana en el aula. Dentro de este proceso se ha descrito que en lo tecnológico se busca que el docente se apropie de las TIC que apoyan lo pedagógico, por sí mismo o como parte de grupos de estudio en su área de docencia. Se pretende que el docente, con estas herramientas, pueda

fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje, para que su práctica se guíe en un devenir reflexivo, crítico, y que estas nuevas tecnologías sirvan como estrategias pedagógicas dentro del currículo educativo específico.

Fundamentación teórica

Competencia de resolución de problemas

La educación debe velar por el desarrollo integral de los estudiantes, y para lograrlo se plantea fortalecer cuatro saberes esenciales: saber, saber hacer, saber ser y saber convivir desde cada área de formación escolar. En este sentido, es necesario señalar que dichos saberes son indispensables por cuanto el hombre solo se completa como ser plenamente humano por la cultura y en la cultura. No hay cultura sin cerebro humano (aparato biológico dotado de habilidades para actuar, percibir, saber, aprender), y no hay mente, es decir, capacidad de conciencia y pensamiento, sin cultura (Morin, 1999).

Inicialmente, desde el área de matemáticas se plantea el saber ser y el saber convivir, puesto que el punto de partida para formar un sujeto matemáticamente competente. Así, el saber ser y el saber convivir han de comprobarse mediante una actitud científica en aumento por parte del estudiante y una apropiación crítica de su entorno cultural a partir del desarrollo de competencias matemáticas.

Por otra parte, el saber conocer se enfoca, una vez se forme una voluntad y actitud favorable hacia el aprendizaje de las matemáticas, en la capacidad que desarrolla el individuo para interpretar, explicar, demostrar, proponer y argumentar fenómenos dentro y fuera del aula, haciendo uso de su pensamiento y conocimiento matemático para la interpretación de la realidad enmarcada por su entorno, a partir de teorías, paradigmas, modelos y algoritmos aprendidos dentro de la práctica y enseñanza de las matemáticas. De esta manera, el MEN, a través de los estándares de competencias en matemáticas, y los organismos internacionales como la OCDE, que impulsa mecanismos de evaluación por medio de las pruebas PISA para determinar el grado de competencia en las diferentes áreas, conciben y asumen el desarrollo de estas cuando el estudiante demuestra que pone en contexto las matemáticas en la resolución de problemas como temática central para la formación en esta área.

Por otro lado, la base pedagógica de esta competencia está fundamentada esencialmente por tres componentes: aprendizaje constructivista, aprendizaje significativo y enseñanza para la comprensión. Para el primero es necesario plantear que el sujeto no constituye en sí mismo un ser sin una construcción previa de la realidad ligada a la interacción con su entorno, puesto que el individuo parte de sus propias estructuras mentales para ir construyendo el conocimiento, y así mismo conceptualiza y aprende nuevas formas de interpretar fenómenos de su contexto. En síntesis, los conocimientos previos son el soporte para iniciar el camino hacia la comprensión de sí mismo, de la naturaleza y de la sociedad. Así, los planteamientos señalados en el constructivismo pueden ser adaptados al ámbito matemático. El conocimiento de esta disciplina es construido mediante procesos de abstracción reflexiva de la realidad. En este sentido, el estudiante puede comprender el objeto de las matemáticas una vez interactúe dentro de una problemática y reconozca la necesidad de emplearlas, lo que supone un desequilibrio de las estructuras mentales del estudiante y en su búsqueda para armonizarlas produzca una construcción del conocimiento matemático.

22 ■ En segundo lugar, el aprendizaje significativo parte del reconocimiento de las necesidades y saberes establecidos en su interacción con el entorno del sujeto cognoscente, y no de los contenidos específicos de determinada área, para que este reconozca la utilidad y sentido del conocimiento matemático. El aprendizaje significativo es el proceso por el cual el nuevo conocimiento se relaciona de manera no literal, es decir, no en el sentido estricto de la teoría, con los constructos mentales del estudiante; aquí la formulación y resolución de problemas matemáticos es relevante en la medida en que estos permiten poner en juego no solo contenidos específicos del área, sino también estrategias y puntos de vista del estudiante para su solución, además de la posibilidad de relacionarlos con su cotidianidad para puntualizar mucho más en aplicabilidad y necesidad del conocimiento matemático. De acuerdo con esto, Ausubel (citado por Camprubí et al., 2005) reconoce la resolución de problemas como “la forma de actividad o pensamiento dirigido en los que, tanto la representación cognoscitiva de la experiencia previa como los componentes de una situación problemática actual, son reorganizados, transformados o recombinados para lograr un objetivo diseñado”.

Finalmente, otro de los planteamientos pedagógicos que son base para la orientación de las matemáticas hacia la formulación y resolución

de problemas como punto clave para que esta área tenga significado en los estudiantes es la enseñanza para la comprensión propuesta por Perkins, Gardner y Wiske. En este modelo el sujeto cognoscente demuestra, a través de su desempeño en actividades, pruebas y proyectos, la comprensión y significado de los conocimientos específicos de determinada área. David Perkins (citado por Soloa, 2013) sostiene que “más allá de los desarrollos acerca del aprendizaje, las investigaciones sobre las escuelas eficaces [...] y la innovación en educación, es muy complejo el salto entre la enunciación de nuestros saberes y el ‘uso activo’ de ellos” (p. 1). Esto supone un cambio fundamental en la enseñanza de las matemáticas desde el punto de vista de contenidos y reconocimiento procedimental y algorítmico, para proponer soluciones a problemáticas de contexto por medio de los saberes propios del área y del estudiante, por cuanto el alumno es reconocido como un ser pensante que puede ofrecer diferentes respuestas y estrategias desde sus cualidades, sentimientos y razonamientos.

En concordancia con lo anterior, este proceso es fundamental puesto que es dentro de la situación problema donde las matemáticas cobran sentido al abordar actividades cotidianas que se pueden solucionar por medio del conocimiento matemático. Así, la OCDE describe esta competencia como la capacidad de formular, emplear e interpretar las matemáticas para dar solución a problemas cotidianos, haciendo hincapié en procesos y capacidades, contenidos y aplicación en diferentes contextos. En cuanto a procesos y capacidades, se describen los pasos que el sujeto efectúa para afrontar problemas de la realidad haciendo la transposición al lenguaje matemático para hallar una solución óptima que responda a las necesidades y variables que intervienen en este. Dentro de los pasos está la formulación para encontrar variables y sus relaciones, y de esta manera describirla en lenguaje matemático; luego se emplean las diferentes herramientas matemáticas para su resolución, y finalmente se identifican e interpretan resultados para ser evaluados de forma crítica.

En consecuencia, el individuo debe tener diferentes capacidades para llevar a cabo los procesos señalados anteriormente, las cuales se centran en el uso del lenguaje y las herramientas matemáticas, soportadas con la habilidad que este tiene para comunicar, interpretar y convertir al lenguaje matemático las situaciones que se van a resolver. Con ello se fortalece la capacidad para razonar y trazar estrategias que brinden respuestas y soluciones que respondan a la problemática de contexto.

Por otro lado, cuando se habla de *contenido* se define como los conocimientos, conceptos y temáticas propios del quehacer matemático aplicables a la resolución de problemas, categorizados como: cambio y relaciones para establecer variables y sus convergencias; cantidad para el empleo de números y sus operaciones; espacio y forma que aplica al razonamiento métrico y geométrico, e incertidumbre y datos que están ligados con la probabilidad de ocurrencia de un evento y su descripción estadística. En último lugar, se hace referencia a los diferentes contextos en los cuales se pueden identificar situaciones matemáticas o problemáticas que se pueden solucionar a partir de ellas, ubicándose en el entorno personal, laboral, social y científico.

Por otro lado, sin duda, uno de los grandes fines de la enseñanza de las matemáticas es el de proveer a los estudiantes un método que les permita estructurar su pensamiento con el fin de matematizar situaciones y problemáticas de contexto, y de esta manera fundamentar sus propuestas o posibles soluciones. En este sentido, la resolución de problemas intenta aportar de forma sistemática a procesos de pensamiento eficaces que potencien en el educando la manipulación de objetos matemáticos y activen su capacidad mental, creativa y reflexiva para que se familiarice, resuelva problemas y lleve a otros contextos más complejos el pensamiento lógico-matemático.

Una de las primeras aproximaciones en cuanto a metodologías para la solución de problemas la propone Polya (1965), quien identifica cuatro pasos necesarios para afrontar situaciones matemáticas y su resolución: en primer lugar, se debe comprender el problema, lo que supone identificar incógnitas, los datos que rodean el problema y las relaciones entre ellos; en un segundo momento, recurre a la fijación de un plan en el que se proyectan posibles soluciones de acuerdo con temáticas y algoritmos matemáticos que probablemente puedan contribuir, así como abordar problemas relacionados para referenciarse y obtener caminos para establecer soluciones; seguido de esto, se procede a ejecutar el plan, para así verificar que los pasos planteados estén correctamente ejecutados; finalmente, se revisan los resultados para validarlos y conocer qué tanto satisfacen el problema.

A su vez, Schoenfeld (1989) complementa esta primera postura frente a la resolución de problemas; afirma que no existe un solo método y que quizá cada problema requiere una heurística específica. En este sentido, propone tener en cuenta otros factores como: los conocimientos previos y creencias erradas que posiblemente los estudiantes hayan adquirido a lo largo de su proceso formativo; el control sobre el proceso por parte del estudiante, para

que entienda de qué trata el problema, determine y aplique fórmulas de resolución y además establezca si la estrategia que está utilizando es la adecuada; y el sistema de creencias adquiridas por el estudiante, lo cual permite concebir ciertos estereotipos en el campo matemático que van desde pensar que existe un solo método para solucionar determinado problema hasta creer que el único camino para aprender matemáticas es la memorización de temáticas para aplicarlas de manera mecánica.

De acuerdo con las posiciones frente al tema anteriormente expuestas, se proponen algunos principios con los que el docente debe actuar al abordar la resolución de problemas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En primer lugar, es necesario lograr establecer la relación entre lo afectivo y lo cognitivo por medio de la implementación de situaciones problemáticas que interesen al estudiante según sus necesidades, maneras de sentir y entender el mundo. Luego se establece como principio la relación entre actividad y comunicación, puesto que es fundamental fijar canales de comunicación permanente para expresar dudas e inquietudes durante el proceso de resolución, y así orientar al estudiante para que logre visualizar un camino que lleve a soluciones que satisfagan los requerimientos de la problemática abordada. Por último, plantea como principio la relación entre lo instructivo y lo educativo, es decir, el docente debe instruir al estudiante en los métodos heurísticos y posibilitar que este extrapole tal conocimiento a situaciones cotidianas como individuo y su manera de convivir con los demás.

Neuropedagogía

El conocimiento del cerebro ha producido muchos efectos en diferentes ámbitos y el de la educación no es la excepción. ¿Cómo aprende el cerebro? Este es uno de los interrogantes que se ha venido involucrando en la educación. “La neuropedagogía es una ciencia naciente que tiene por objeto de estudio el cerebro humano que debe ser entendido como un órgano social capaz de ser modificado por los procesos de enseñanza y aprendizaje especialmente lúdicos y no simplemente como un computador” (Jiménez, s. f.). De esta manera, deben existir muchas estrategias para que “ese” cerebro adquiera conocimientos hablando en especial dentro del marco de la escuela.

Pero, ¿quiénes son los que adquieren conocimiento?, ¿qué sabemos de ellos? Estas son preguntas que forman parte del diagnóstico, pues todos los grupos no tienen las mismas características y por lo tanto aprenden de

diferente manera. Velandia (2006, pp. 31-43) ofrece el rastreamiento etnográfico de una población mediante una estrategia basada en los “catorce subsistemas”, que son un esquema que permite clasificar o ubicar a una persona o grupo dentro de una realidad. Esto permitiría saber quién es el que aprende, quiénes son los que están dentro del aula, quiénes son los que aprenden matemáticas en la institución educativa.

La organización de currículos, planes de estudio y demás requieren procesos rigurosos que aseguren calidad, que tengan sentido y que evidencien cada una de las acciones que se van a desarrollar. Velandia (2006, pp. 75-82) propone una estrategia llamada *ciclo cibernético de transformación* (CCT). En esta existen aspectos que se pueden aplicar al proceso educativo, y que dan cuenta del ciclo con aspectos como investigación, planeación, gestión en cuanto a fases y de mundos como realidad, ideas y proyecto. Con el CCT se puede hacer una lectura global y específica del sistema, y por lo tanto la identificación de fortalezas y debilidades se hace más práctica.

A partir de una concepción moderna del cerebro llamada *cerebro triádico*, en la que se identifican tres componentes principales —cerebro reptílico, porción límbica y neocorteza—, Velandia (2006, p. 91) propone una estrategia llamada *revelador triádico*, la cual permite, por ejemplo, identificar en un grupo de personas quiénes tienen dominancia lógica, quiénes creativa y quiénes operativa; esto para organizar la estrategia de enseñanza de acuerdo con la dominancia del grupo y para la conformación de subgrupos (equipos de trabajo).

Otra estrategia neuropedagógica es la *metodología interdisciplinaria centrada en equipos de aprendizaje* (MICEA), que ofrece mecanismos para el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje, entre otras cosas, mediante el trabajo colaborativo. En la MICEA se encuentra el aula dinámica y pretende organizar, por ejemplo, una clase de aula con elementos como agendas, liderazgos y unos momentos (lógico, creativo, operativo), es decir, ofrece un modelo de organización de la clase dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje (Velandia, 2006, pp. 178-181).

Herramientas tecnológicas

De acuerdo con Velandia (2006), las aulas de clase se pueden dinamizar con el apoyo de las nuevas tecnologías de información y comunicación (NTIC), pues saca al estudiante de las cuatro paredes y lo conecta con el mundo

exterior. También aclara que las NTIC no se limitan exclusivamente al uso de la computadora, sino que el teléfono, la radio, la televisión, el audio y el video también forman parte de dicha mediación.

Para que las TIC funcionen correctamente como mediación es necesario que el docente adquiera las competencias necesarias. El MEN (2013) redactó un documento titulado *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*, en el cual se aclara que dichas competencias no se centran en el docente del área disciplinar, sino que son transversales a todas las áreas del conocimiento trabajadas en la escuela, es decir, son competencias que todo docente debe tener para afrontar los desafíos de la sociedad actual. Usar pedagógicamente las TIC, sistematizar experiencias, formar parte de redes de aprendizaje, participar en comunidades virtuales, diseñar estrategias de orientación para que los estudiantes usen las TIC y generen cambios en su entorno, son algunos de los propósitos de la propuesta.

Partiendo del hecho de que la propuesta del MEN con las TIC busca entre otras cosas que el docente forme parte de redes de conocimiento —lo que supone que las pueda gestionar y enseñar a crearlas y gestionarlas (Commoncraft, 2009)—, se aprecia entonces el paradigma conectivista propuesto por George Siemens y Stephen Downes, quienes además hablan de aprender a usar algunas herramientas web 2.0, validar información, pertenecer a otras redes y establecer contactos entre otras con un componente muy importante: la autonomía (Siemens, 2004).

En concordancia con el conectivismo, aparecen entonces los AVA, que son plataformas virtuales en la que se puede desarrollar un proceso de enseñanza y aprendizaje mediante comunicación sincrónica y asincrónica, lo cual soluciona un poco la necesidad de desplazamiento a las instituciones físicas para convertirlas en desplazamiento y ubicación virtual. Entre las muchas plataformas virtuales que existen y que tienen efectos significativos en educación se encuentra Moodle. Dicha plataforma tiene ya una trayectoria dentro de la educación, como se ve, por ejemplo, en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, en donde se han diseñado, entre otros, espacios virtuales para el aprendizaje de las matemáticas y en especial en trigonometría (Urrea, 2012).

Metodología

La investigación se desarrolla mediante un enfoque mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo, cuyo alcance es descriptivo e interpretativo, tanto de los datos iniciales de las pruebas internas y externas aportadas por la institución y los docentes como de los resultados obtenidos una vez se realice la aplicación de la propuesta didáctica para el área de matemáticas. Además de esto, tiene un diseño preexperimental (preprueba-posprueba). En este parámetro, inicialmente se busca identificar errores u omisiones de tipo metodológico por parte de los estudiantes, fundamentales para la resolución de problemas, para lo cual se procederá a aplicar al menos tres problemas relacionados con funciones trigonométricas como caso específico de la investigación que se va a desarrollar, para luego someterlos a evaluación de acuerdo con las preguntas generadas en el instrumento de investigación (preprueba). En un segundo momento, se plantea contrastar, una vez se haya aplicado la propuesta, los resultados obtenidos en la primera prueba, y de esta manera visualizar y evidenciar las mejoras obtenidas (posprueba).

28 ■ Las preguntas planteadas en el instrumento estuvieron orientadas dentro del paradigma neuropedagógico y su formulación tiene en cuenta pasos y consideraciones referentes a resolución de problemas de los autores Polya, Schoenfeld, De Guzman y Locia, señalados en el apartado teórico. Dentro del instrumento se hallan relacionados los niveles de evolución tricerebral (De Gregori y Volpato) con las preguntas dispuestas para cada tipo de cerebro, según la metodología de resolución de problemas; junto a esto hay tres columnas con tres únicas alternativas de respuesta (*siempre*, *casi siempre* y *nunca*). No procede con valoraciones de escala numérica; esto es, no se califica de 1 a 5. Tampoco aplica escalas tipo Likert (respuestas para medir actitudes y niveles de satisfacción), puesto que una vez cumplida la fase de investigación se proyecta generar una propuesta que fortalezca el punto o aspecto cuya asignación sea negativa, a partir de estrategias soportadas en la neuropedagogía. En la tabla 1 se encuentran descritos los criterios e indicadores para cada pregunta del instrumento.

Para el tratamiento y análisis de la información, en primer lugar, se procedió a ordenar la información para ser evaluada y estudiar los resultados junto con la correspondiente tabulación y gráficas, y así convertir los datos obtenidos en información significativa para la investigación en curso. Luego se realizó la triangulación con el estado del arte y el marco

teórico para encontrar puntos divergentes y convergentes de acuerdo con las teorías y avances en torno a la temática central de la investigación (competencia de resolución de problemas). Finalmente, se presentó el informe correspondiente para orientar la propuesta de investigación.

Tabla 1. Indicadores de evaluación del instrumento

Nivel tricerebral	Ítem de evaluación (método para solución de problemas)	Criterio de evaluación del ítem
Cerebro izquierdo Clasificación- Investigación lenguaje-Números	¿Comprendió el enunciado de cada problema?	Clasifica información relevante de acuerdo con la lectura inicial del problema que se va a resolver.
	¿Identificó la incógnita en el enunciado del problema y los datos suministrados en el enunciado de cada problema?	Comprende lo que solicita el problema que se va a resolver; relaciona y ordena datos suministrados en el enunciado.
	¿Puede argumentar cada problema con sus propias palabras?	Relata de manera escrita la situación matemática planteada; expresa su razonamiento frente al problema.
	¿Identificó en cada problema las operaciones o procedimientos que debía realizar para obtener la respuesta?	Utiliza teoremas, algoritmos, operaciones con números (aritméticas), algebraicas, fórmulas, entre otros, para aportar a la solución del problema planteado.
Cerebro derecho Creatividad-Estética Afectividad- Intuición	¿Elaboró un plan para solucionar el problema?	Busca caminos alternativos, posibilidades y futuriza una ruta para abordar el problema matemático y así llegar a una solución que satisfaga las condiciones de este.
	¿Utilizó diagramas, dibujos o colores para resaltar información relevante?	Genera representaciones creativas del problema que va a tratar (gráficas, diagramas, dibujos de la situación planteada del problema).
	¿Imaginó nuevas formas de hallar el resultado del problema?	Plantea alternativas de solución; selecciona y prioriza de acuerdo con necesidades y requerimientos del problema matemático la forma de solucionarlo. (Toma decisiones.)

Continúa

Nivel tricerebral	Ítem de evaluación (método para solución de problemas)	Criterio de evaluación del ítem
	¿Se preguntó si el procedimiento empleado en estos problemas sirve para resolver situaciones similares?	Contextualiza situaciones y compara procedimientos para generar de manera creativa nuevas posibilidades de solución a próximos problemas.
Cerebro central Administración- Ejecutar Planeación- Actividades	¿Ejecutó las actividades o procedimientos propuestos para resolver el problema?	Desarrolla las actividades y procedimientos matemáticos para dar solución al problema planteado.
	¿Identificó nuevos requerimientos durante la ejecución del plan para resolución de problemas?	Realiza reajustes durante el proceso debido a conceptos importantes que no se habían tenido en cuenta anteriormente al fijar el plan para la resolución del problema matemático.
	¿Revisó si los resultados eran acordes con lo que se pedía?	Verifica que los procedimientos matemáticos estén bien empleados, así como las operaciones aritméticas o algebraicas.
	¿De acuerdo con los resultados recurre a otras alternativas para resolver cada problema?	Confronta resultados para su correspondiente reorientación o retroalimentación.

Fuente: elaboración propia.

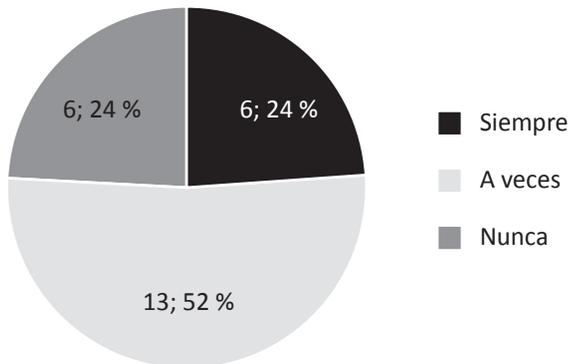
Resultados

La relación resultante del problema de investigación y las categorías propuestas requirieron la elaboración de instrumentos que buscaran recopilar información de la manera más puntual posible, pero sin descuidar las categorías: TIC en educación, competencias matemáticas y neuropedagogía. De esta manera, entonces se diseñaron tres instrumentos (uno por cada categoría). El primero, que podría llamarse instrumento principal, diseñado teniendo en cuenta los tres cerebros (lógico, emocional y operativo), indagó en la población sobre las estructuras que se tienen para la resolución de problemas en matemáticas. Con el segundo instrumento se investigó sobre la dominancia cerebral de los estudiantes y se buscó arrojar las características individuales de los estudiantes y las de grupo, con el *revelador tríadico* (De Gregori, 2002). Finalmente, el tercer instrumento se usa para el sondeo

sobre la actitud del estudiante frente al área de matemáticas y frente al uso de las TIC (en especial frente a plataformas virtuales) como mediación en el aula.

Tras haberse aplicado el primer instrumento, en el que el estudiante recibió algunos problemas matemáticos con el fin de indagar qué procedimientos usaba para solucionarlos, se encontraron los resultados que se exponen a continuación. Los estudiantes evidencian dificultades en la comprensión de los problemas matemáticos, factor de gran importancia para encontrar una solución en un problema. Un poco más de la mitad determina que *algunas veces* comprenden los enunciados; este se convierte en un resultado alto, aún más si se le suma el que el 24% no comprendió los enunciados, según como lo evidencia la figura 1.

Figura 1. Comprensión de enunciados de problemas matemáticos

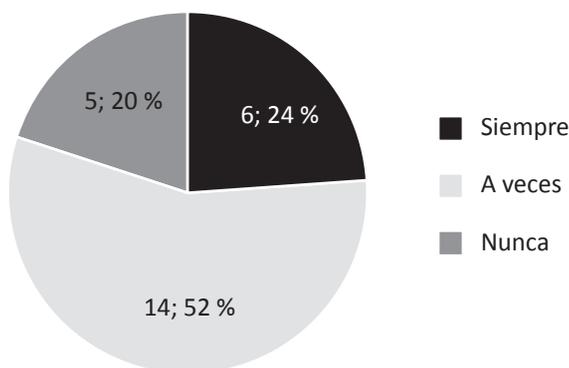


31

Fuente: elaboración propia.

Los problemas matemáticos propuestos en sus formas de solución y planteamiento de solución generan la necesidad de encontrar una incógnita. El 20% de los encuestados no detectó dicha incógnita y el 56% solo algunas veces, es decir, el 76% no siempre generó el planteamiento basado en incógnita, tal como lo muestra la figura 2.

Figura 2. Detección de incógnita en el problema

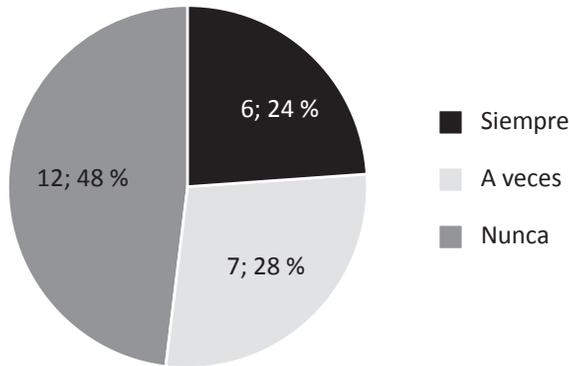


Fuente: elaboración propia.

Otras preguntas del instrumento arrojaron resultados negativos frente a la argumentación del problema, identificación de operaciones y procedimientos y planes para solucionar un problema matemático. Dentro de las estrategias para solucionar problemas de este tipo, está el uso de diagramas, dibujos, colores, etc., que solo un cuarto de los encuestados usó en los problemas propuestos. Se pensaría entonces que el grado 1001 (décimo uno) apunta a ser predominantemente lógico a la hora de resolver, pero no es así, tal como se evidencia más adelante. Entonces, el poco uso de herramientas gráficas puede tener otras causas posiblemente derivadas del proceso de enseñanza por parte del maestro o de los padres (esto a manera de supuesto) (figura 3).

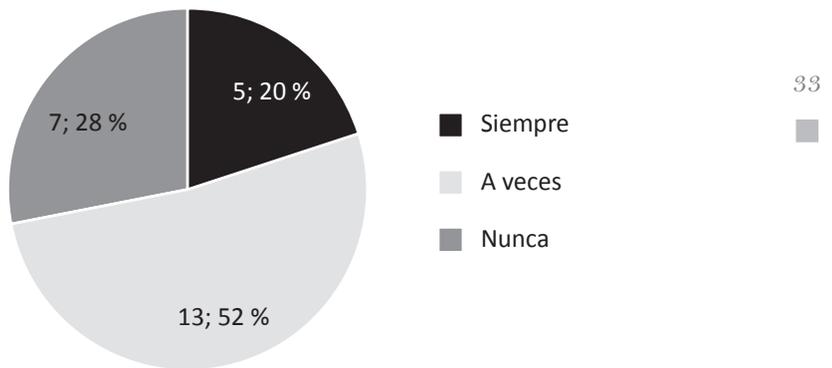
Se indagó también sobre la habilidad para hallar otras formas de solucionar un problema: solo un 32% evidenció tal estrategia; un 12% usa los procedimientos propuestos por el docente, y un 40% revisa si los resultados son coherentes con lo que pide el problema. Finalmente, solo la quinta parte de la población se retroalimenta en cuanto a verificar los resultados, es decir, dependiendo de los resultados obtenidos busca otras alternativas de solución (figura 4).

Figura 3. Uso de diagramas, dibujos o colores como apoyo



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Reacción frente al resultado



Fuente: elaboración propia.

En general, los resultados arrojados por el instrumento que consta de 12 puntos de análisis, evidencian bajo nivel de aprendizaje en las estructuras y procedimientos que usan los estudiantes para resolver problemas matemáticos, lo que se refleja en los resultados en las pruebas internas y externas que aplica la institución, siendo el área de matemáticas la de resultados más bajos.

Tal como se había comentado, este instrumento fue diseñado mediante la perspectiva tricerebral. Las preguntas de 1 a 4 son de cerebro izquierdo (lógico), las de 5 a 8 son de cerebro derecho (emocional) y las de 9 a 12 corresponden al cerebro central (operativo). Las preguntas tienen como

opciones de respuesta *siempre*, *algunas veces* y *nunca*. Estas, en sentido general, tienen la tendencia a encontrar una posición “positiva” (para la opción *siempre*), una “central” (para la opción *algunas veces*) y una “negativa” (para la opción *nunca*) frente a la solución de un problema matemático.

De esta manera, las preguntas del cerebro izquierdo tienden a mostrar la frecuencia *algunas veces* en procedimientos matemáticos, al igual que en las preguntas del cerebro central. En las preguntas del cerebro derecho el *siempre* está muy bajo, lo que podría indicar que la parte creativa aplicada a las matemáticas requiere manejo (tabla 2).

Tabla 2. Tabulación instrumento 1 con perspectiva tricerebral

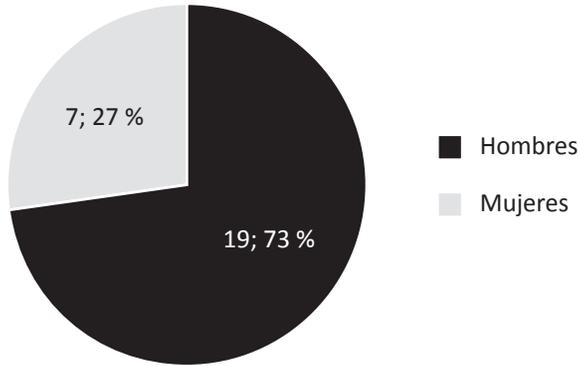
Nivel tricerebral	Resultados pretest		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
Cerebro izquierdo Clasificación-Investigación lenguaje-Números	28	45	27
Cerebro derecho Creatividad-Estética Afectividad-Intuición	20	38	42
Cerebro central Administración-Ejecutar Planeación-Actividades	29	43	28

Fuente: elaboración propia.

La aplicación del segundo instrumento (revelador tríadico) arrojó algunos resultados dentro los que se destaca el relacionado con la clasificación por género, en la que casi tres cuartos del grupo corresponde a mujeres y el restante a hombres, tal como lo evidencia la figura 5.

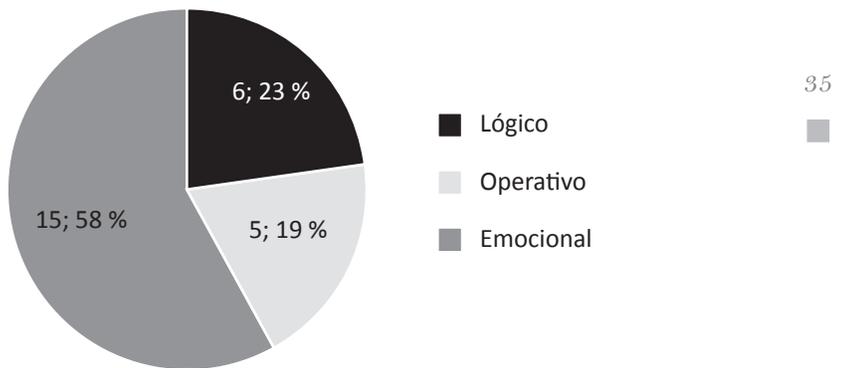
El dato más importante que arroja el segundo instrumento se evidencia en la figura 6. En esta se muestra la dominancia cerebral del grupo, que evidencia el predominio en el cerebro emocional-creativo con 58 %, porcentaje muy representativo frente a los otros dos cerebros, cuyos resultados son similares. Los resultados relacionados con este punto también mostraron dominancia emocional en los dos géneros. Se podría pensar que en el género masculino no predomina dicho cerebro, pero en este caso sí ocurrió.

Figura 5. Clasificación por género



Fuente: elaboración propia.

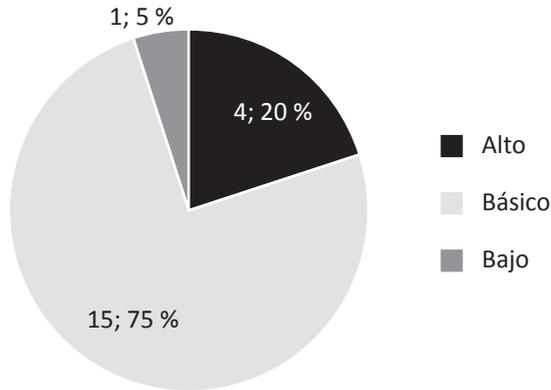
Figura 6. Dominancia cerebral



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, el instrumento 3 (sondeo TIC y actitud frente al área) buscó indagar sobre el componente actitudinal, aptitudinal y estratégico frente a las matemáticas, así como las habilidades y la aceptación de las TIC en el proceso de aprendizaje. En la figura 7 se muestra que tres cuartas partes del grupo dice tener nivel básico en los desempeños dentro del área de matemáticas.

Figura 7. Nivel de desempeño en el área

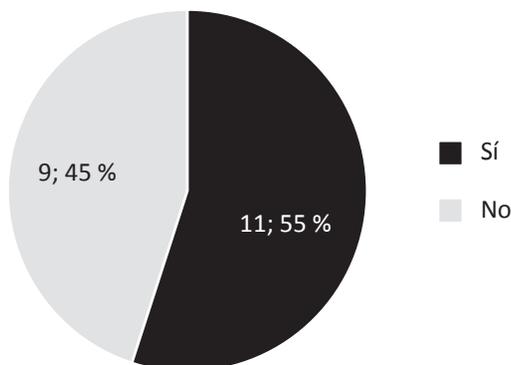


Fuente: elaboración propia.

36

Junto a este resultado se pudieron establecer otros como la percepción que tiene el estudiante de bajos resultados en matemáticas frente a otras áreas evaluadas en las pruebas Saber 11, y la gran importancia que tiene el tablero como herramienta para el docente. El papel de la motivación dentro del aprendizaje seguramente es determinante. Los resultados muestran una desmotivación del 45 %, valor importante para la propuesta de intervención (figura 8).

Figura 8. Motivación frente al área

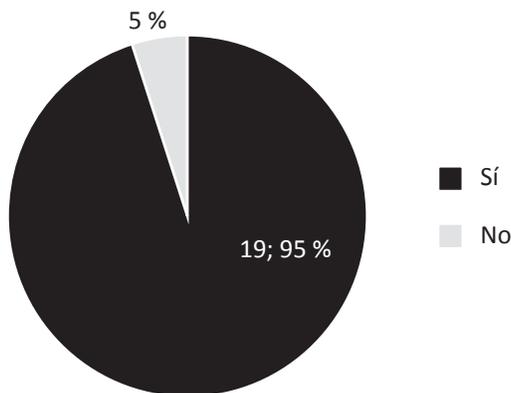


Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el instrumento aplicado, existe una sensación positiva frente al uso de las TIC como mediación para el fortalecimiento de

los aprendizajes en matemáticas (figura 9). La mitad del grupo ha usado dichas tecnologías y específicamente software para matemáticas; la mayoría ha usado un ambiente virtual y ha participado en servicios como foros. También manifiestan que el uso de las TIC puede mejorar la motivación a la hora de aprender, es decir, tal uso es positivo y podría formar parte de la propuesta de intervención, ya que ayuda a mejorar aprendizajes e incrementa la motivación frente a estos.

Figura 9. Actitud del estudiante frente a las TIC como mediación



Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultados

La aplicación de los instrumentos genera análisis individuales en el marco de la temática para la cual fue diseñado; pero, a su vez, se evidencian otros análisis, resultantes de la interacción entre ellos. De acuerdo con lo anterior, se puede decir que el uso de las TIC favorece la adquisición de los aprendizajes y tiene apoyo si se tiene en cuenta que ya para el momento actual son políticas educativas que no solamente se han manifestado en el ámbito nacional. Además, se evidencian dichos beneficios en muchas investigaciones en las que se han realizado intervenciones y cuyos resultados son positivos y tienen alto grado de aceptación por parte de la población objeto.

La actitud negativa frente a las matemáticas y frente a las estrategias metodológicas usadas por el docente, como lo manifiestan los resultados del instrumento 3, y dada la dominancia cerebral emocional que tuvo un

alto porcentaje en la población focalizada, permiten determinar que se hacen necesarios algunos cambios en el quehacer del docente que permitan mejorar la motivación y los aprendizajes en el aula. Para ello, la categoría *neuropedagogía*, derivada de la neurociencia, ofrece algunas herramientas neuropedagógicas que pueden aportar al respecto.

La triangulación en su término básico y acuñado en la navegación busca “tomar múltiples puntos de referencia para localizar una posición desconocida” (Arias, s. f.). Aunque genera puntos de acuerdo y puntos que generan distancia entre los elementos analizados, para este caso se evidencia una relación muy fuerte entre los instrumentos, en los que, por ejemplo, la actitud del estudiante en el área de matemáticas (instrumento 3) no le permite comprender procesos necesarios, lo cual genera malos resultados (instrumento 1) posiblemente causados por las estrategias usadas por el docente y por el desconocimiento de la dominancia cerebral del grupo (instrumento 2); esto da algunas rutas de solución como la que evidencia el instrumento 3, en el que es marcada la mediación de las TIC como un posible factor de motivación para mejorar la competencia de resolución de problemas y, por lo tanto, de los resultados en las pruebas (tabla 3).

38

Tabla 3. Relaciones entre instrumentos

	Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3
Instrumento 1		Se deben generar estrategias que tengan en cuenta la dominancia cerebral del grupo (emocional).	Estrategias que motiven y la inclusión de las TIC en el área de matemáticas como mediación puede fortalecer el proceso de aprendizaje de estas.
Instrumento 2			Tener en cuenta las dominancias cerebrales puede mejorar la actitud del estudiante. Las TIC pueden mejorar la motivación en el aprendizaje.

Instrumento 1. Metodologías para resolver problemas matemáticos; Instrumento 2. Revelador triádico; Instrumento 3. Sondeo TIC y actitud frente a área.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los bajos resultados en el área de matemáticas evidenciados en las pruebas internas y externas al parecer obedecen a diferentes factores. Uno de ellos puede estar asociado a las estrategias usadas por el docente, ya que de acuerdo con los instrumentos no generan motivación en los estudiantes. Otro factor puede estar relacionado con la actitud del estudiante, cuya experiencia le ha generado cierto negativismo frente al área como tal, quizá debido al arraigo cultural generado por las malas experiencias de otros.

Es importante resaltar que según los instrumentos aplicados, el sentido significativo de las matemáticas no ha perdido valor: los estudiantes las consideran importantes para resolver problemas “reales”.

El hecho de que un gran porcentaje de los estudiantes tenga dominancia cerebral emocional evidencia la coherencia con la necesidad de involucrar estrategias de enseñanza con componentes visuales de impacto dentro de las clases. De la misma manera, se considera que involucrar las TIC, y en especial los ambientes virtuales, podría incidir positivamente en la parte actitudinal y, por ende, en la calidad de los aprendizajes.

El 58 % de la población tiene dominancia cerebral emocional y se presenta en los dos géneros, lo que se convierte en información valiosa para tener en cuenta dentro de la planeación del programa, no solo del área de matemáticas sino también en las demás áreas.

Dentro de las estrategias de resolución de problemas por parte de los estudiantes, y teniendo en cuenta que dentro de las opciones de respuesta se asignó la opción *siempre* como el valor positivo más alto dentro de la habilidad, seguido de *algunas veces* como término medio y *nunca* como el nivel más bajo, se pueden observar resultados con tendencia al punto medio, lo que indica que existen inconvenientes en la resolución de problemas matemáticos. De esta manera, se puede afirmar que la intervención que se debe hacer apunta hacia las estrategias de enseñanza y la revisión del microcurrículo del área para profundizar en las estructuras necesarias para la resolución de problemas matemáticos.

Las recomendaciones de la ciencia hacia una educación en la que se tengan en cuenta características propias del individuo y la interacción de este en grupos, analizados más profundamente en la neuropedagogía, la mediación de las TIC en la educación para mejorar competencias y para mejorar actitudes tanto en quien enseña como en quien aprende, la generación de

competencias que permitan prepararse para la vida y solucionar problemáticas reales, son algunos elementos de gran importancia que determinan la calidad de vida y el desarrollo económico en un mundo “globalizado e interconectado” como lo advierte la Unesco (2015). Esta institución determina algunos lineamientos para la educación después de 2015, entre los cuales se pueden señalar aspectos que mejorarán la calidad de la educación como “docentes bien formados y motivados”, “contenidos pertinentes” contextualizados, “entornos de aprendizaje seguros, inclusivos”, alcance real de competencias, fortalecimiento de la innovación y la creatividad, y una educación que “contribuya a la paz, a una ciudadanía responsable, desarrollo sostenible y diálogo intercultural”.

Referencias

- Aguilar, G. V. (2009). *Las matemáticas por competencias. Formación científica del ingeniero*. s. d.
- 40 ■ Arias, M. (s. f.). *La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones*. Recuperado de <http://www.uv.mx/mie/files/2012/10/Triangulacionmetodologica.pdf>
- Cantoral, R. (2005). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Trillas.
- De Gregori, W. (2002). *Construcción familiar escolar de los tres cerebros*. Bogotá: Kimpres.
- Golbach, M. S., Mena, A. P., Abraham, G. C. y Rodríguez Anido, M. (2011). Identificación de los errores en la resolución de problemas de geometría analítica y su comparación con el rendimiento académico en alumnos de ingeniería. *Revista Premisa*, 48(13). Recuperado de <http://www.soarem.org.ar/Documentos/48%20Goldbach.pdf>
- Gros, B. y Silva, J. (2005). La formación del profesorado como docente en los espacios virtuales de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación*, (36). Recuperado de rieoei.org/deloslectores/959Gros.PDF
- Jiménez, C. (s. f.). *Neuropedagogía Colombia*. Recuperado de http://www.neuropedagogiacolombia.com/la_neuropedagogia.html
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Recuperado de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-318264_recurso_tic.pdf
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes para la educación del futuro*. París: Unesco.

- Pachón, Y. (2013). *El pensamiento crítico en la enseñanza de las matemáticas*. Montevideo: VII Cibem.
- Schoenfeld, A. H. (1989). Explorations of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(4), 338-355. doi: 10.2307/749440
- Soloa, M. V. (2013). Un estudio acerca de sus dificultades en el aula de matemáticas. *Revisa Premisa*, 53(14). Recuperado de <http://www.soarem.org.ar/Documentos/53%20Soloa.pdf>
- Tedesco, J. (2002). Desafíos a la educación secundaria en América Latina. *Revista de la Cepal*, (76), 55-69.
- Unesco. (2015). *Documento de posición sobre la educación después de 2015*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002273/227336s.pdf>
- Velandia, C. (2006). *Metodología interdisciplinaria*. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia.

