

INVESTIGACIÓN Y PRAIXIS

EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Editores

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

 UNIVERSIDAD
SIMÓN BOLÍVAR

BARRIANGULLA Y CUCUTA - COLOMBIA | VIGILADA M/EDUCACIÓN



Res. 23095 del MEN

INVESTIGACIÓN
Y PRAXIS
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

**INVESTIGACIÓN Y PRAXIS
EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

© Juan Pablo Salazar Torres • Yudith Liliana Contreras Santander • Miguel Ángel Vera • Elkin Gelvez Almeida • Olga Lucy Rincón Leal • Mawency Vergel Ortega • Andrea Johana Aguilar Barreto • Pastor Ramírez Leal • Raúl Prada Núñez • César Augusto Hernández Suárez • Gerson Adriano Rincón Álvarez • Jessica Paola Ortiz Leal • María Carolina Buitrago Contreras • José Joaquín Martínez • Lina María Urzola Muñoz • Maricela Paredes Pabón • Marisol Quintana González • Ángela Mora Zuluaga • Nazly Janine Alvernia Leal • Nidmar Torrealba Amaya • William Javier Vásquez Ávila • Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Compiladores: Juan Pablo Salazar Torres • Yudith Liliana Contreras Santander • Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Facultad de Ciencias Básicas (UFPS - Cúcuta)

Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas (Unisimón)

Facultad de Educación, Artes y Humanidades (UFPS - Cúcuta)

Departamento de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas (Unisimón-Cúcuta)

Grupo de Investigación, Educación, Ciencias Sociales y Humanas (Unisimón)

Grupo de Investigación en Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Aplicadas (GICEFYNA- Unisimón)

Grupo de Investigación Euler y Arquímedes (UFPS)

Grupo de Investigación en Pedagogía y Prácticas Pedagógicas GIPEPP (UFPS)

Grupo de Investigación en Modelamiento Científico e Innovación Empresarial (GIMCINE - Unisimón)

Grupo de investigación Altos Estudios de Fronteras (ALEF - Unisimón)

Proceso de arbitraje doble ciego

Recepción: Octubre de 2017

Evaluación de propuesta de obra: Enero de 2018

Evaluación de contenidos: Marzo de 2018

Correcciones de autor: Mayo de 2018

Aprobación: Junio de 2018

INVESTIGACIÓN Y PRAXIS

EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Editores

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Juan Pablo Salazar Torres - Yudith Liliana Contreras Santander - Miguel Ángel Vera
Elkin Gelves Almeida - Olga Lucy Rincón Leal - Mawency Vergel Ortega
Andrea Johana Aguilar Barreto - Pastor Ramírez Leal - Raul Prada Núñez
César Augusto Hernández Suárez - Gerson Adriano Rincón Álvarez - Jessica Paola Ortiz Leal
María Carolina Buitrago Contreras - José Joaquín Martínez - Lina María Urzola Muñoz
Maricela Paredes Pabón - Marisol Quintana González - Ángela Mora Zuluaga
Nazly Janine Alvernia Leal - Nidmar Torrealba Amaya - William Javier Vásquez Ávila
Jhon-Franklin Espinosa-Castro

Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas / editores Juan Pablo Salazar Torres, Yudith Liliana Contreras Santander, Jhon-Franklin Espinosa-Castro; Miguel Ángel Vera [y otros 21] -- Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar, 2018 --

282 páginas; tablas; 17 x 24 cm
ISBN: 978-958-5430-87-7

1. Matemáticas – Enseñanza – Investigaciones 2. Matemáticas – Educación secundaria I. Salazar Torres, Juan Pablo, compilador-autor II. Contreras Santander, Yudith Liliana, compilador-autor III. Espinosa Castro, Jhon Franklin, compilador-autor IV. Ángel Vera, Miguel V. Gélvez Almeida, Elkin VI. Rincón Leal, Olga Lucy VII. Vergel Ortega, Mawency VIII. Aguilar Barreto, Andrea Johana IX. Ramírez Leal, Pastor X. Prada Núñez, Raúl XI. Hernández Suárez, César Augusto XII. Rincón Álvarez, Gerson Adriano XIII. Ortiz Leal, Jessica Paola XIV. Buitrago Contreras, María Carolina XV. Martínez, José Joaquín XVI. Urzola Muñoz, Lina María XVII. Paredes Pabón, Maricela XVIII. Quintana González, Marisol XIX. Mora Zuluaga, Ángela XX. Alvernia Leal, Nazly Janine XXI. Torrealba Amaya, Nidmar XXII. Vásquez Ávila, William Javier XXIII.
Título

510.7 1624 2018 Sistema de Clasificación Decimal Dewey 22ª edición

Universidad Simón Bolívar – Sistema de Bibliotecas

Impreso en Barranquilla, Colombia. Depósito legal según el Decreto 460 de 1995. El Fondo Editorial Ediciones Universidad Simón Bolívar se adhiere a la filosofía del acceso abierto y permite libremente la consulta, descarga, reproducción o enlace para uso de sus contenidos, bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivada 4.0 Internacional. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



© Ediciones Universidad Simón Bolívar

Carrera 54 No. 59-102

<http://publicaciones.unisimonbolivar.edu.co/edicionesUSB/>

dptopublicaciones@unisimonbolivar.edu.co

Barranquilla y Cúcuta - Colombia

Producción Editorial

Editorial Mejoras

Calle 58 No. 70-30

info@editorialmejoras.co

www.editorialmejoras.co

Barranquilla

Agosto 2018

Barranquilla

Made in Colombia

Cómo citar este libro:

Salazar Torres, J. P., Contreras Santander, Y. L., Ángel Vera, M., Gélvez Almeida, E., Rincón Leal, O. L., Vergel Ortega, M., . . . Prada Núñez, R. (2018). *Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas*. Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

Condiciones esenciales para promover el desarrollo del proceso de argumentación heurística en el campo de la matemática

Yudith Liliana Contreras Santander¹,
Juan Pablo Salazar Torres², Olga Lucy Rincón Leal³

19

* Capítulo de libro resultado del proyecto de investigación “Estructura argumentativa en la resolución de problemas matemáticos” realizado en el marco de la Maestría en Educación de la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta.

- 1 Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas, Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta. Magíster en Educación. Especialista en Práctica Pedagógica Universitaria. Licenciada en matemáticas e informática. Profesora Investigadora del Departamento de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas de la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta en el área de formación para la investigación.
y.contreras@unisimonbolivar.edu.co
- 2 Facultad de Ciencias Básicas y Biomédicas, Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta. Magíster en educación. Especialista en administración de la informática educativa. Licenciado en matemáticas e informática. Profesor investigador en categoría auxiliar y Jefe del Departamento de Ciencias Básicas, Sociales y Humanas de la Universidad Simón Bolívar sede Cúcuta. Grupo de Investigación en Educación, Ciencias Sociales y Humanas.
j.salazar@unisimonbolivar.edu.co
- 3 Facultad de Ciencias Básicas- Universidad Francisco de Paula Santander. Magíster en Educación Matemática. Especialista en Computación para la Docencia. Licenciada en Matemáticas y Física. Docente investigadora del Departamento de Matemáticas y Estadística de la Universidad Francisco de Paula Santander. Grupo de Investigación Euler y Arquímedes – UFPS.
olgarincon@ufps.edu.co

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito general determinar las condiciones que permiten desarrollar un proceso de argumentación heurística en el campo de las matemáticas durante una práctica de aula. El estudio estuvo fundamentado desde la metodología cuantitativa con un diseño bibliográfico de tipo documental; se utilizó una muestra de tipo teórica compuesta por 30 artículos científicos que abordaron el objeto de la argumentación matemática y la información estuvo sistematizada en una matriz documental. Dentro de los hallazgos se encontraron a nivel general seis condiciones esenciales para promover procesos de argumentación matemática en el aula: 1. Una mirada a la matemática más allá de una simple reducción instrumental o mecánica; 2. Conceptualización del docente frente a la argumentación heurística en el campo de la matemática; 3. La situación problema como medio que permite el desarrollo de un proceso argumentativo en el campo de la matemática; 4. Desarrollo de una dimensión semiótica como herramienta fundamental en el proceso de argumentación matemática; 5. Desarrollo de una dimensión epistémica (semántica, teórica y lógica) desde el rol del docente y el estudiante como fundamento del proceso de argumentación matemática, y 6. Desarrollo de una dimensión discursiva-comunicativa como medio para promover la argumentación en el campo de la matemática.

Palabras clave: argumentación matemática, resolución de problemas, lenguaje matemático, semiótica.

ESSENTIAL CONDITIONS TO PROMOTE THE DEVELOPMENT OF THE PROCESS OF HEURISTIC ARGUMENTATION IN THE FIELD OF MATHEMATICS

ABSTRACT

The general purpose of this research was to determine the conditions that allow the development of a process of heuristic argumentation in the field of mathematics during a classroom practice. The study was based on quantitative methodology with a bibliographic design of documentary type; We used a theoretical sample composed of 30 scientific articles that addressed the subject of mathematical argumentation and the information was

systematized in a documentary matrix. Within of the findings were found at a general level six essential conditions to promote processes of mathematical argumentation in the classroom: 1. A look at mathematics beyond a simple instrumental or mechanical reduction; 2. Conceptualization of the teacher against the heuristic argumentation in the field of mathematics; 3. The problem situation as a means that allows the development of an argumentative process in the field of mathematics; 4. Development of a semiotic dimension as a fundamental tool in the process of mathematical argumentation; 5. Development of an epistemic dimension (semantic, theoretical and logical) from the role of the teacher and the student as the foundation of the process of mathematical argumentation, and 6. Development of a discursive-communicative dimension as a means to promote argumentation in the field of math.

Keywords: mathematical argumentation, problem solving, mathematical language, semiotics.

INTRODUCCIÓN

21

Las reflexiones que giran en torno a la formación de estudiantes matemáticamente competentes son más recurrentes en la actualidad, siendo de interés el abordaje de la competencia de razonamiento cuantitativo y de las competencias que a ella están articuladas: interpretación y representación, formulación y ejecución, y argumentación (ICFES⁴, 2016).

Para esta última competencia, la argumentación en contextos de la matemática se asume en esta relación de espacio-tiempo-investigación como el objeto de estudio abordado desde la presente experiencia investigativa.

Se entiende por argumentación a la capacidad que tiene el sujeto para persuadir y convencer a un auditorio particular, en un con-

4 Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior.

texto de una disciplina científica particular, la solución a una situación problema, que para el caso, son procesos de argumentación heurística en el campo de la matemática (Duval, 1999a).

Investigaciones como la de Salazar, Contreras y Jaimes (2015) han mostrado las dificultades que existen en torno a los procesos de argumentación matemática y de los elementos externos, como la semiótica, que se deben tener en cuenta en el momento de generar una trama argumentativa.

El capítulo muestra en un primer momento un abordaje teórico de la argumentación heurística en el campo de la matemática; seguidamente, se comparte una aproximación al esquema metodológico; luego se presentan los resultados y las reflexiones a cada uno de los elementos que se sugieren, que sean tenidos en cuenta para promover el desarrollo de procesos argumentativos en el aula de clase y, finalmente, se presentan las conclusiones.

22

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El aula de clase es un espacio que debe permitir el desarrollo de la competencia argumentativa, por ello León y Calderón (2001) proponen fundamentos teóricos para la construcción de *Requerimientos didácticos y competencias argumentativas en matemáticas*, donde se promueva un saber que involucre aspectos de tipo epistemológico, cognitivo, comunicativo y social del aula, pues el desarrollo de la competencia argumentativa es fundamental en la formación escolar, pero poco se ha consolidado sobre la noción de competencia matemática y poco se ha teorizado sobre las implicaciones didácticas para el desarrollo de competencias en estudiantes.

Luego, es necesario desarrollar, en el contexto del aula, estrate-

gias didácticas que permitan promover la argumentación matemática; frente a esto, León y Calderón (2003a) manifiestan que un requerimiento didáctico debe cumplir las siguientes condiciones:

I) Es un factor de obligada reflexión para el docente y para el investigador educativo. II) Su existencia, como sus relaciones, son inherentes a las relaciones didácticas y dan razón del contexto escolar. III) En contextos particulares del proceso enseñanza-aprendizaje, necesariamente adquiere una especificidad que se explicita en el diseño didáctico y que, a la vez, lo sustenta, para el desarrollo de los propósitos de aprendizaje. (p.300)

Esto implica que el docente tenga un reconocimiento claro a nivel epistemológico de su disciplina, que le permita vincular el desarrollo de procesos comunicativos y aplicación de estrategias que promuevan un ambiente propicio para la argumentación matemática que requieren aspectos de tipo epistemológico, comunicativo, cognitivo y social en el aula, tal como lo menciona Calderón (2006), es necesario estructurar situaciones didácticas a partir de diferentes estrategias. Tal es el caso del análisis de tareas, donde se pretende adecuar el diseño didáctico a condiciones curriculares e identificar unidades significantes en los diseños de actividades, es decir, que la estructura del diseño didáctico está dada por los requerimientos comunicativo, epistemológico, cognitivo y sociocultural del aula, donde los factores que conforman la situación de la comunicación son el contenido, la intencionalidad y la estructura de la interacción, teniendo en cuenta en este último los tipos de roles fundamentales que son “el de argumentador y el de auditorio” (León y Calderón, 2003a, p.28). En este caso, el docente juega un papel fundamental pues debe asumir dos roles, desde la dimensión didáctica asume el rol de director para regular las interacciones, y en la dimensión argumentativa asume el rol de contra-argumentador para obligar posiciones discursivas y epistémicas más fuertes en los estudiantes.

Así mismo, León y Calderón (2003b), a partir de la caracterización de los requerimientos didácticos para el desarrollo de competencias argumentativas en matemática, hacen referencia a la exigencia de formas de razonamiento elaboradas para la solución de problemas matemáticos, que requieren la asignación de un rol teórico (axioma, teorema, definición), la identificación de un estatus operativo dentro de un proceso de razonamiento (hipótesis, premisas, conclusión, apoyos, etc.) y la discriminación de las reglas de aceptación dentro del proceso argumentativo. Desde este punto de vista, la competencia argumentativa en matemática comprende el dominio de referentes y de procesos propios del campo matemático, que permite la toma de posición epistémica y epistemológica del sujeto frente al objeto de la argumentación; es decir, frente al saber matemático el sujeto puede tener una posición epistémica semántica, una posición epistémica teórica, o una postura epistémica lógica. Esto resulta esencial dado que la presencia de estas posturas epistémicas permiten el desarrollo de una competencia epistemológica en matemática que fortalece los procesos de argumentación.

Ahora, el reconocimiento de una posición epistémica semántica, teórica y lógica que debe asumir el sujeto en un proceso de argumentación matemática, entendida desde Duval (1999a), es fundamental, pues en un proceso argumentativo es necesario evaluar las propuestas, para esto se debe mirar la fuerza de las mismas, de esta manera es necesario tomar una postura epistémica semántica frente a lo que se propone, basado en la comprensión de los enunciados, llevando esto a hacer un uso adecuado o no del estatuto teórico acorde a las restricciones propias del problema a resolver, es decir que las restricciones del problema son las que determinan la elección de los argumentos y no las creencias o convicciones del interlocutor (argumentación retórica), a esto es a lo que se denomina Argumentación heurística (cuerpo bien es-

tablecido de definiciones y teoremas). De esta manera se aclara que dentro del proceso de argumentación matemática resulta pertinente la argumentación heurística y solo desde ella puede analizarse la estructura argumentativa.

En otras palabras, es necesario analizar tanto la dimensión funcional como la dimensión estructural de la trama argumentativa (Salazar, Contreras y Jaimes, 2017).

METODOLOGÍA

El estudio estuvo fundamentado desde la metodología cuantitativa con un diseño bibliográfico de tipo documental. De acuerdo con Palella y Martins (2017), el estudio documental es aquel que “se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos –escritos u orales–” (p.90).

25

En este sentido, se utilizó una muestra de tipo teórica compuesta por 30 artículos científicos que abordaron el objeto de la argumentación matemática, determinando de esta manera, las condiciones esenciales para promover el desarrollo del proceso de argumentación heurística en el campo de la matemática. Para la sistematización de la información se utilizó una matriz documental, y mediante la técnica de análisis de contenido, se trató la información recolectada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Argumentación heurística en el campo de la matemática

En el desarrollo del proceso de argumentación heurística, desde el campo de la matemática, se circunscriben diferentes proble-

mas que de alguna manera afectan la formación del proceso argumentativo en los estudiantes; dichos problemas vienen dados a nivel general por la no comprensión y desarrollo de un proceso de sentido y significación coherente con la situación problema, llevando esto a concluir en un uso no apropiado de los registros semióticos para la construcción de premisas y/o proposiciones matemáticas, y la no fundamentación de un *cuerpo teórico bien definido* que le permita una adecuada apropiación epistémica en el campo de la matemática y, finalmente la misma concepción de la argumentación matemática que se presenta en el proceso de aprendizaje de esta ciencia.

26

Ahora bien, el desarrollo de competencias matemáticas es importante en la formación del futuro profesional de hoy, puesto que se potencian procesos de razonamiento lógico y cuantitativo que le permitirán al estudiante desenvolverse ante cualquier situación problema para la toma de decisiones en el mundo que lo rodea y que, como lo fundamenta el ICFES (2014), dicha competencia se desarrolla a partir de la formación en los procesos de: “1) interpretación y representación, 2) formulación y ejecución, y 3) argumentación” (p.2).

Para lograr el desarrollo de esta última competencia –“argumentación”– son necesarias las dos primeras competencias nombradas anteriormente, por lo tanto, promover procesos de “argumentación” debe ser la apuesta del docente desde su quehacer en el aula, en la que le permita al estudiante contextualizar el saber de la disciplina matemática, creando escenarios que propicien interacción entre docente-estudiante y estudiante-estudiante, a partir del desarrollo de situaciones problemas que evidencien la utilidad de la matemática y que conlleva a la generación de procesos discursivos en el aula de clase.

En este sentido, el Ministerio de Educación Nacional (2006) afirma

que “Las competencias matemáticas no se alcanzan por generación espontánea, sino que requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problema significativas y comprensivas, que posibiliten avanzar a niveles de competencia más y más complejos” (p.49).

Por lo anterior, se proponen a continuación unas condiciones esenciales para promover el desarrollo del proceso de la argumentación heurística en el campo de la matemática, aclarando igualmente que, al ser una propuesta formativa, no busca sesgar el libre desarrollo de la práctica docente en la formación de la misma.

Elementos esenciales para promover el desarrollo de la argumentación matemática en el aula

Una vez realizado el proceso de análisis de contenido, se puede afirmar que las condiciones esenciales que se deben tener en cuenta para promover procesos de argumentación matemática en el aula son los siguientes:

27

Primero: Una mirada a la matemática más allá de una simple reducción instrumental o mecánica

Desde esta perspectiva instrumental, es importante reconocer que a lo largo de la historia la matemática ha contribuido al desarrollo de diferentes disciplinas, promoviendo de esta manera el pensamiento lógico que hoy por hoy resulta esencial en el campo de la ciencia y la tecnología, luego es fundamental para una mejor organización y reflexión crítica de la sociedad. Frente a esto, Campos (2004) menciona que “la matemática es utilizable en grado sumo en diversas tareas que hay que resolver para la organización de una sociedad; es la razón de que la matemática sea asignatura indispensable en todo plan de estudios” (p.53). De

esta manera, la matemática no puede simplemente reducirse a un sinnúmero de operaciones sin sentido, descontextualizadas de la realidad, pues esto no responde a las necesidades actuales de este mundo globalizado y competitivo.

Por el contrario, desarrollar competencias matemáticas es acercar al estudiante a reflexionar la realidad en la que se encuentra, que, si bien es cierto, desde la disciplina existe un cuerpo bien organizado de teorías, estas tienen sentido cuando son útiles o aplicables a situaciones reales y no desvinculadas de la cotidianidad.

28 Luego desde esta perspectiva, es el docente quien juega un rol importante dentro de su quehacer, pues es quien debe hacer una reflexión epistemológica de la disciplina, reconociendo de esta forma que el estudio del conocimiento matemático como lo menciona Campos (2004) debe darse desde su “génesis, estructura, función, método y problemas” (p.42), aspecto que se logra cuando el docente tiene una excelente apropiación de su saber, permitiendo de esta manera repensarse su disciplina, construyendo y de-construyendo su práctica pedagógica en pro de promover espacios de formación que demuestren la importancia de la matemática y la transversalidad de la misma.

Ahora, hablar de una reflexión epistemológica de la matemática conlleva a que el docente vea la disciplina más allá de un simple conjunto de fórmulas o leyes matemáticas, pues reconocer dentro de la epistemología matemática la “génesis” es conocer su historia, sus raíces, la forma cómo se fue organizando y construyendo esta ciencia, facilitando de esta manera el reconocimiento de conceptos fundamentales en la disciplina, pues la apropiación o la postura que el docente asuma de la matemática es lo que transmitirá en el desarrollo de su práctica a sus estudiantes, facilitando de esta forma la construcción de escenarios propicios

para su aprendizaje, permitiendo una apropiación de la disciplina que le facilite la toma de decisiones frente a la solución de los diferentes problemas reales a los que deba enfrentarse.

Segundo: Conceptualización del docente frente a la argumentación heurística en el campo de la matemática

Desde esta perspectiva, es necesario hacer un acercamiento a la forma como el docente concibe la “Argumentación matemática”, teniendo en cuenta de esta manera, que es el docente quien desarrolla espacios propicios para la argumentación a partir de diferentes estrategias en el aula.

La argumentación matemática se distingue porque busca generar un cambio del valor epistémico de las proposiciones desde una postura semántica a una postura teórica, de esta manera, en la argumentación matemática deben tenerse en cuenta aspectos semánticos, estructurales desde el estatuto operatorio (premisas, términos medios y conclusiones), teóricos (estatus teórico) desde el reconocimiento de las teorías de la disciplina, estatus lógico desde la validación de cada una de las proposiciones y comunicativo desde la argumentación como un género discursivo; en este sentido, en investigaciones desarrolladas como la de Goizueta y Planas (2013) en la que se pretendía “analizar las interpretaciones de los profesores sobre la argumentación en clase de matemáticas se ha demostrado omisión por parte de los docentes frente a una toma de postura epistémica desde su saber matemático cuando se enfrentan a situaciones problemas” (p.74), centrando de esta manera su atención en otras dimensiones del discurso, obviando los aspectos semánticos, estructurales y comunicativos ligados a aspectos epistemológicos de la disciplina matemática.

De la misma manera, Solar y Deulofeu (2016) manifiestan la “di-

ficultad que tienen los profesores para identificar la estructura argumentativa” (p.1095), donde se evidenciaba confusión entre explicar y argumentar, pues es claro que en un proceso argumentativo se busca convencer al otro para que acepte o rechace una proposición (Duval, 1999b), luego esto no es evidente desde la explicación, que aunque es una forma discursiva común utilizada tanto por docentes como por estudiantes, no permite que se generen argumentos y contraargumentos.

De acuerdo a lo anterior, el docente que enseña la disciplina matemática debe tener claro lo que es “argumentación”, los aspectos semánticos, epistemológicos y lógicos relacionados con ella, además de reconocer las diferentes formas discursivas propias de un proceso argumentativo; para ello debe tener una apropiación epistemológica del área que enseña, esto le permitirá generar estrategias que promuevan la argumentación en el aula.

30

Además, reconociendo la argumentación como una competencia importante que debe desarrollar todo sujeto, es necesario que el docente conozca que existen fundamentos teóricos desde autores como Raymond Duval (1999), Plantin (2003), Toulmin (1958), Perelman y Olbrechts (1989), entre otros, que se han encargado de desarrollar y fundamentar esquemas o estructuras argumentativas que le exigen al sujeto argumentador procesos de validez para la aceptación de los argumentos presentados en un auditorio particular y universal como lo es el campo de las matemáticas (Contreras, Salazar y Jaimes, 2017).

Tercero: La situación problema como medio que permite el desarrollo de un proceso argumentativo en el campo de la matemática

Para el desarrollo del proceso de argumentación matemática en

los estudiantes, es necesario –como lo expresa Duval (1999a)– partir de situaciones problemas por lo menos desde el campo de la matemática que permitan generar procesos de interpretación, modelación matemática y finalmente un proceso de argumentación heurística. Los maestros deben “aterizar” los fundamentos teóricos a situaciones problemas particulares que exijan la toma de una posición epistémica, discursiva y que conlleve al estudiante al desarrollo de sus competencias en cada uno de los temas dados desde el microcurrículo, y ser capaz de problematizar los marcos epistemológicos de la matemática en sus procesos de enseñanza.

En este contexto es importante buscar no solo el desarrollo de procesos escritos que evidencien un proceso argumentativo, sino también, se deben generar espacios de discusión en su proceso de *transposición didáctica*, desarrollando de la misma manera capacidades frente a la argumentación como forma discursiva, en el cual, se evidencien procesos de argumentación y contraargumentación en un momento histórico particular y que permitirá modificar las concepciones retóricas de la argumentación dando paso a una argumentación de tipo heurística, modificando de cierta manera la *episteme* del sujeto que actúa en el proceso argumentativo.

Dicho contexto sociohistórico cultural, también debe ser tenido en cuenta en la formación del proceso de la argumentación matemática, dado que, como lo expresa León y Calderón (2003a), las dinámicas socioculturales, juegan un papel fundamental en la construcción del sentido y significación frente a la comprensión del problema de un enunciado matemático.

Unido a lo anterior, el profesor debe promover en los estudiantes: el desarrollo de una dimensión semiótica, el desarrollo de una di-

mensión epistémica (semántica, teórica y lógica) y el desarrollo de una dimensión argumentativa como forma discursiva.

Cuarto: Desarrollo de una dimensión semiótica como herramienta fundamental en el proceso de argumentación matemática

Partir de situaciones problemas como estrategia que permite la formación del proceso argumentativo permitirá, además, realizar un análisis a los registros semióticos utilizados por los estudiantes en el proceso de la modelación matemática, que entre otras cosas evidenciará el paso de un lenguaje natural a uno matemático mediante la elaboración de premisas o proposiciones que componen y estructuran el proceso de argumentación matemática escrita.

32

La dimensión semiótica como proceso fundamental en el desarrollo de la argumentación matemática heurística con valor lógico verdadero, es parte esencial del estudio del conocimiento matemático; desde la epistemología de la matemática propuesta por la escuela de Bourbaki (citado por Bombal, 1988), propone centrarse, entre otras cosas, en el estudio de “estructuras fundamentales: Las estructuras algebraicas, las de orden y las topológicas” (p.9), en el cual la semiótica de la matemática aparece como elemento fundante de las estructuras algebraicas y desde luego refleja la importancia del desarrollo de esta dimensión para la construcción de premisas o proposiciones en el desarrollo del proceso argumentativo.

Así, el discurso y uso apropiado del lenguaje matemático por parte de los profesores en su proceso de enseñanza de las competencias en el campo de la matemática, se vuelve en este momento un

requerimiento fundamental y necesario que le permita a los estudiantes aprehender conceptos y estatutos teóricos en el campo de la matemática, en el cual los procesos de sentido y significados de los símbolos matemáticos y/o registros semióticos que utilizan en la elaboración de un proceso argumentativo, genera en la presentación de los argumentos la *fuerza* (Duval, 1999b) de los mismos.

Es válido aclarar que aunque la ciencia de la semiótica es un campo de estudio complejo y extenso, los maestros deben apropiarse de un lenguaje coherente y pertinente en el campo de lo matemático, capaz de significar situaciones y modelaciones del mundo real para el desarrollo del sujeto competente en el campo de la matemática.

Autores como Pierce, Duval y Vasco, realizan una contextualización significativa del componente semiótico como herramienta fundamental en el proceso argumentativo; estos registros semióticos, que desde la mirada de Pierce (1974) se clasifican en tres signos: íconos, índices y símbolos, son capaces de conformar estructuras matemáticas bien definidas con el propósito de significar situaciones del mundo real, y por tanto, profesores y maestros deben tener un manejo y uso apropiado de estos registros. Los íconos, según Pierce (1974), tienen la capacidad de significar y develar un concepto matemático en un contexto previamente definido por los sujetos argumentadores, incluso cuando el sujeto argumentador no realice formas discursivas como descripciones o explicaciones para hacer comprensible un dato mediante un registro semiótico, es decir, se podría decir que los íconos son acuerdos sociales de los sujetos que argumentan en el campo de lo matemático, para representar una dimensión más compleja de una situación problema.

Los índices, de acuerdo con Pierce (1974), son el resultado de un proceso de sentido y significación por parte del sujeto, coherente con la praxis ontológica del enunciado matemático, y que toma sentido en el momento que se le asigne una carga semántica capaz de significar un objeto. Por último encontramos los símbolos, que como lo expresa Pierce (1974), por sí solos no develan un significado, y su contenido semántico depende de un proceso cognitivo del sujeto argumentador para darle sentido y “vida” semántica al mismo y del contexto socio-cultural donde se desarrolle el proceso argumentativo.

34

Los registros semióticos utilizados en la representación de premisas y/o proposiciones matemáticas son parte fundamental del proceso de argumentación heurística en este campo, al tener en cuenta que la “*pertinencia*” de los argumentos, como lo expresa Duval (1999b), se relaciona con su contenido semántico, dicho contenido semántico es el resultado de la construcción semiótica que realiza el estudiante en su proceso argumentativo.

Los problemas de sentido y significación del sujeto argumentador frente a la comprensión del enunciado, demostraron en la segunda fase de la investigación, que generan uso no apropiado de registros semióticos para la construcción de premisas, por tanto, los profesores deben desarrollar estrategias en el aula de clase que permitan la formación no solamente del proceso argumentativo, sino también la formación de los demás procesos (interpretación, modelación, etc.) para lograr así un buen desarrollo de la competencia matemática.

Por todo lo anterior, se parte de que una condición para el desarrollo de un proceso argumentativo en el campo de la matemática es el uso apropiado de un lenguaje matemático, es decir, del uso apropiado de la semiótica en contextos de la argumentación heu-

rística con valor lógico verdadero en el campo de lo matemático.

Quinto: Desarrollo de una dimensión epistémica (semántica, teórica y lógica) desde el rol del docente y el estudiante como fundamento del proceso de argumentación matemática

El desarrollo de una dimensión epistémica semántica, teórica y lógica –como la manifiesta Duval (1999c)– está relacionada con el sentido de un enunciado matemático, en el que, dependiendo del nivel de conocimiento del sujeto, este asume una postura que lo acerca a un proceso de argumentación heurística propia de la disciplina matemática.

De esta manera, para el desarrollo de una dimensión epistémica se proponen como estrategia esencial las situaciones problemas, en las que inicialmente se desarrolla la dimensión epistémica semántica, concebida como *asignación de valores de confiabilidad a un enunciado desde su experiencia empírica* (León y Calderón, 2003c), es decir, el nivel de comprensión que el sujeto puede tener frente a un enunciado matemático en relación con la realidad. De esta manera, deberá tener unos conocimientos previos de la disciplina que le permitan una identificación del contenido y una relación con objetos matemáticos, facilitando la construcción de proposiciones con sentido y significado.

35

Ahora bien, asumir una posición epistémica en el campo matemático no está dado solo desde la comprensión de enunciados, pues desde la exigencia de la disciplina misma es necesario el desarrollo de una estructura argumentativa “Premisas –término medio– Conclusiones” (Duval, 1999b). De esta manera, partir inicialmente de la construcción de premisas en el proceso argumentativo depende del nivel de comprensión que el sujeto da al enunciado –como se mencionó anteriormente–. Luego, para la elaboración

de los términos medios es necesario que se haga uso de teorías, conceptos, axiomas, teoremas, etc. propios de la disciplina; en este caso se hace relación a la dimensión epistémica teórica que debe asumir el sujeto que argumenta.

Debe aclararse que en un proceso argumentativo es válido que el sujeto parta inicialmente de una posición personal, pero esto debe llevarlo a buscar razones que le permitan defender su posición, luego la búsqueda de estas razones le exige desarrollar una dimensión epistémica teórica, donde debe buscar teorías propias de la disciplina matemática, comprenderlas y hacer uso de ellas frente a la situación en la que se encuentra. De esta forma logrará desarrollar una argumentación heurística fuerte y pertinente; frente a esto León y Calderón (2003a) manifiestan que “la argumentación en el campo matemático exige altos niveles de comprensión de los objetos matemáticos” (p.156), luego, es necesaria una toma de postura más de tipo teórico que semántico.

36

De acuerdo a lo anterior, es necesario que desde el rol docente se asuma una posición epistémica teórica que debe reflejarse desde la forma como es transmitido el conocimiento de la disciplina; para ello deberá desarrollar las competencias de “interpretación, modelación y argumentación” que no se logra desde ejercicios descontextualizados, pues esto no le permite al estudiante reflexionar sobre el conocimiento que adquiere, dejándolo en el plano de una posición epistémica solo de tipo semántica. Por ello para llegar a la argumentación se propone como estrategia el desarrollo de situaciones problemas, para que el estudiante le encuentre sentido y utilidad a la matemática, donde además se desarrolle un pensamiento lógico porque se le exige al estudiante niveles altos de razonamiento frente a la toma de decisiones, acercándolo de esta manera al desarrollo de una dimensión epistémica de tipo teórico.

Finalmente, la dimensión epistémica lógica de las proposiciones está relacionada “con el hecho de que la proposición pueda ser verdadera, falsa, indeterminada o consistente [...], no depende solo de la comprensión del contenido, sino que está relacionada con los procedimientos de verificación y prueba” (León y Calderón, 2003a, p.41); de esta manera, el valor lógico de las proposiciones se evidencia dentro del desarrollo de toda la estructura argumentativa, “premisas, término medio, conclusiones” (Duval, 1999a). Para esto el sujeto que argumenta deberá desarrollar un proceso operatorio válido y coherente desde un fundamento teórico de la disciplina matemática, es decir, que el valor lógico de las proposiciones está relacionado con el desarrollo de la dimensión epistémica semántica y teórica.

De esta manera se debe aclarar, como lo menciona Duval (1999c), “en los razonamientos matemáticos, las proposiciones tienen pues un doble estatus, teórico y operatorio” (p.30); entiéndase de esta manera el estatus teórico como aquel que se establece de manera general desde la interpretación y uso de una teoría propia de la disciplina matemática que orienta el desarrollo de razonamiento del sujeto, y el estatus operatorio relacionado con la elaboración y organización de proposiciones derivadas del estatus teórico, formando de esta manera una estructura argumentativa organizada que parte desde las premisas, los términos medios y las conclusiones.

37

Sexto: Desarrollo de una dimensión discursiva-comunicativa como medio para promover la argumentación en el campo de la matemática

Otra condición dentro de la propuesta para promover el desarrollo de la argumentación heurística en el campo de la matemática es precisamente la dimensión discursiva-comunicativa en el aula de

clase; es claro que el profesor debe generar espacios de análisis y discusión que le permitan al estudiante la construcción crítica del conocimiento matemático a partir del desarrollo de la argumentación como género discursivo; para ello, la argumentación matemática desde lo oral, debe evidenciar un alto manejo del lenguaje matemático y de la epistemología misma de la disciplina, con el fin de no “caer” en un tipo de argumentación retórica que no responda a los requerimientos fundamentales de la argumentación heurística.

38

Así pues, la argumentación como género discursivo permite desarrollar sujetos argumentativos que, de acuerdo con León y Calderón (2003c), permite la construcción social del saber matemático; desde esta lógica, el profesor debe generar situaciones problemáticas que lleven al desarrollo de la elaboración de argumentos y contraargumentos en el aula de clase, en el cual, debe actuar como un facilitador y mediador del conocimiento matemático más que como un sujeto que explica y describe la *episteme* de la matemática.

La generación de ambientes y escenarios que permitan la argumentación heurística como forma discursiva, debe por supuesto contar con escenarios propicios para ello al interior del aula de clase; por tanto, el contexto social donde se desarrolla el proceso argumentativo puede influir, tanto de manera positiva o negativa, en la elaboración de los argumentos del sujeto que argumenta. La argumentación como género discursivo permitirá formar, además de las competencias propias de la disciplina, competencias de tipo social, en tanto que la cultura ciudadana basada en el respeto por el argumento del otro. permitirá la construcción del sujeto social con competencias desde la dimensión del ser.

En un proceso argumentativo se pueden desarrollar diferentes formas discursivas, tales como descripciones o explicaciones como base para lograr argumentos que conforman la *trama argumentativa*, luego, el maestro juega un rol fundamental para que el momento comunicativo trascienda a procesos argumentativos y las interacciones sociales sean más productivas para la construcción del saber matemático. Así, la elaboración de preguntas objetivas por parte del maestro y de las situaciones problemas que se presenten en el aula de clase, formarán parte de estrategias que integrarían la práctica docente en este contexto.

Finalmente, luego de generar espacios desde la construcción social del saber matemático, donde los sujetos parten de la generación de argumentos y contraargumentos para la aprehensión, aceptación o acuerdo social al que llegan los sujetos que argumentan, el profesor debe lograr espacios de consensos buscando que los argumentos de tipo retórico se conviertan en argumentos heurísticos desde la disciplina que enseña, que para este caso es la matemática.

39

CONCLUSIONES

Entendiendo la importancia del desarrollo de la competencia argumentativa en el campo matemático, se identificaron unas condiciones esenciales para que el profesor promueva el desarrollo del proceso de la argumentación heurística en el campo de la matemática, destacándose las siguientes: Una mirada a la matemática más allá de una simple reducción instrumental o mecánica; la necesaria conceptualización del docente frente a la *argumentación heurística* en el campo de la matemática; la situación problema como medio que permite el desarrollo de un proceso argumentativo en el campo de la matemática y que al tiempo permita

el desarrollo de una dimensión semiótica como herramienta fundamental en el proceso de argumentación matemática, el desarrollo de una dimensión epistémica (semántica, teórica y lógica) desde el rol del docente y el estudiante como fundamento del proceso de argumentación matemática y el desarrollo de una dimensión discursiva–comunicativa como medio para promover la argumentación en el campo de la matemática.

Se sugiere implementar en el aula de clase la resolución de problemas como estrategia que permite el desarrollo de discursos argumentativos tanto escritos como orales para el fortalecimiento de los procesos relacionados con la competencia de razonamiento cuantitativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 40 Bombal, F. y Bourbaki, N. (1988). *Historia de la Matemática en el siglo XX*. Real Academia de Ciencias, pp.313-323.
- Calderón, D. (2006). El análisis de tareas para el desarrollo de competencias argumentativas en geometría. *Científica*, 1(8), 185-202. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/344>
- Campos, A. (2004). *Acerca de la epistemología de la matemática. Memorias XV encuentro de geometría y III de aritmética*. Bogotá.
- Contreras, Y. L., Salazar-Torres, J. P., y Jaimes, S. S. (2017). Posición epistémica y discursiva de la trama argumentativa en la resolución de problemas matemáticos. En J. Gómez., A.J. Aguilar-Barreto., S.S. Jaimes., C. Ramírez., J.P. Salazar-Torres., J. C. Contreras., y J.F. Espinosa. (Eds.), *Prácticas pedagógicas* (pp. 965-986). Maracaibo, Venezuela: Ediciones Universidad del Zulia.

- Duval, R. (1999a). *Algunas cuestiones relativas a la argumentación. International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical proof*. Francia: IUFM de Lille.
- Duval, R. (1999b). *Argumentar, demostrar, explicar: ¿continuidad o ruptura cognitiva?* México: Iberoamérica.
- Duval, R. (1999c). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (Traducción de Miryam Vega). Cali: Universidad del Valle.
- Goizueta, M. y Planas, N. (2013). Temas emergentes del análisis de interpretaciones del profesorado sobre la argumentación en clase de matemáticas. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(1), pp.61-78.
- ICFES. (2014). Módulo de razonamiento cuantitativo, Saber pro 2014-1. Colombia. Obtenido de <http://www.afacom.org/images/Razonamiento%20cuantitativo%202014-1.pdf>
- ICFES. (2016). Guía de orientación. Módulo de razonamiento cuantitativo, Saber Pro 2016-2. Bogotá: Mineducación.
- León, O. y Calderón, D. (2001). Validación y argumentación de lo matemático en el aula. *Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(1), 5-21.
- León, O. y Calderón, D. (2003a). *Requerimientos didácticos y competencias argumentativas en matemática*. Bogotá: Colciencias.
- León, O. y Calderón, D. (2003b). Caracterización de los requerimientos didácticos para el desarrollo de competencias argumentativas en matemática en el aula. *EMA*, 8(3), 297-321.
- León, O. y Calderón, D. (2003c). *Argumentar y validar en matemáticas: ¿una relación necesaria? Hacia una comprensión del desarrollo de competencias argumentativas en matemáticas*. Bogotá: Colciencias.
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares básicos de competencias en matemáticas*. Obtenido de <http://www.mi->

neducacion.gov.co/cvn/1665/articles-116042_archivo_pdf2.pdf.

Palella, S. y Martins, F. (2017). *Metodología de la uinvestigación cuantitativa* (4ta edción). Caracas: Fedupel.

Perelman, C. y Olbrechts, L. (1989). *Tratado de la argumentación. La nueva retórica*. Madrid: Gredos.

Pierce, C. (1974). *La ciencia de la semiótica. Colección de semiología y epistemología*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Salazar, J., Contreras, Y. y Jaimes, M. (2015). Semiótica: Un recurso fundamental en los procesos de argumentación matemática escrita. *Revista Eco-matemático*, 7(1), 20-32.

Salazar-Torres, J. P., Contreras, Y. L., y Jaimes, S. S. (2017). Una mirada a los procesos de argumentación escrita en la resolución de problemas matemáticos. En J. Gómez., A.J. Aguilar-Barreto., S.S. Jaimes., C. Ramírez., J.P. Salazar-Torres., J. C. Contreras., y J.F. Espinosa. (Eds.), *Prácticas pedagógicas* (pp. 942-964). Maracaibo, Venezuela: Ediciones Universidad del Zulia.

Solar, H. y Deulofeu, J. (2016). Condiciones para promover el desarrollo de la competencia de argumentación en el aula de matemáticas. *Bolema, Rio Claro (SP)*, 30(56), 1092-1112.

42

Cómo citar este capítulo:

Contreras Santander, Y. L., Salazar Torres, J. P., & Rincón Leal, O. (2018). Condiciones esenciales para promover el desarrollo del proceso de argumentación heurística en el campo de la matemática. En J. P. Salazar Torres, Y. L. Contreras Santander, & J. F. Espinosa Castro (Edits.), *Investigación y praxis en la enseñanza de las matemáticas* (pp.19-42). Barranquilla: Ediciones Universidad Simón Bolívar.