

# Competencias de argumentación y modelización en estudiantes de secundaria: la necesidad de un cambio de paradigma en la Educación Matemática del Chocó, Colombia

**Resumen:** En este estudio presentamos una revisión documental de 50 trabajos que nos ofrecen una oportunidad para abordar parte de la problemática de la educación del departamento del Chocó, en Colombia, donde los resultados en las pruebas estandarizadas que realiza el Ministerio de Educación muestran que los estudiantes presentan dificultades en las tres competencias que evalúa la prueba Saber. Por otro lado, encontramos preferencia por el modelo transmisionista y por la memorización de contenidos. Para encarar esta problemática, situamos la mirada en dos competencias: la argumentación y la modelización. La argumentación permite remover dudas sobre un enunciado en particular y la modelización tiene una alta demanda cognitiva que requiere, conectar y relacionar datos e identificar regularidades que le permitan modelar un fenómeno. La integración de estas dos competencias a las prácticas de aula ofrece una alternativa al profesorado para un cambio de paradigma en la educación de los estudiantes del Chocó.

**Palabras clave:** Argumentación. Modelación. Competencia. Pruebas estandarizadas. Mediación.

## Argumentation and modelling skills in secondary school students: the need for a paradigm shift in Mathematics Education in Chocó, Colombia

**Abstract:** In this study we present a documentary review of 50 works that offer us an opportunity to address some of the problems of education in the department of Chocó, in Colombia, where the results of the standardized tests that the Ministry of National Education carries out show that students present difficulties in the three competencies that the Saber test evaluates. On the other hand, we find a preference for the transmissionists model and for memorizing content. To address this problem, we look at two competencies: argumentation and modelling. Argumentation allows us to remove doubts about a statement and modelling has a high cognitive demand that requires, connecting and relating data and identifying


### Wilmer Ríos Cuesta

Estudiante de Doctorado en Educación  
(Universidad del Valle). Cali, Colombia.

 [orcid.org/0000-0001-8129-2137](https://orcid.org/0000-0001-8129-2137)

 [wilmer.rios@correounivalle.edu.co](mailto:wilmer.rios@correounivalle.edu.co)

Recebido em 16/05/2020  
Aceito em 24/06/2020  
Publicado em 02/07/2020

eISSN 2675-1933  
 [10.37853/pqe.e202020](https://doi.org/10.37853/pqe.e202020)



regularities that allow us to model a phenomenon. The integration of these two skills into classroom practices offers an alternative to teachers for a paradigm shift in the education of students in Chocó.

**Keywords:** Argumentation. Modelling. Competence. Standardized tests. Mediation.

### **Argumentação e capacidade de modelação nos alunos do ensino secundário: a necessidade de uma mudança de paradigma na Educação Matemática em Chocó, Colômbia**

**Resumo:** Neste estudo apresentamos uma revisão documental de 50 obras que nos oferecem uma oportunidade de abordar alguns dos problemas da educação no departamento de Chocó, na Colômbia, onde os resultados dos testes padronizados que o Ministério da Educação Nacional realiza mostram que os alunos apresentam dificuldades nas três competências que o teste Saber avalia. Por outro lado, encontramos uma preferência pelo modelo transmisionista e pela memorização de conteúdo. Para resolver este problema, analisamos duas competências: argumentação e modelação. A argumentação permite-nos eliminar dúvidas sobre uma determinada afirmação e a modelização tem uma elevada procura cognitiva que requer, ligando e relacionando dados e identificando regularidades que nos permitem modelar um fenómeno. A integração destas duas competências nas práticas da sala de aula oferece uma alternativa aos professores para uma mudança de paradigma na educação dos alunos de Chocó.

**Palavras-chave:** Argumentação. Modelação. Concorrência. Testes padronizados. Mediação.

## **1 Introducción**

Una forma de atender el razonamiento matemático de los estudiantes es mediante el análisis de los argumentos que estos emiten. La actividad discursiva en el aula cobra relevancia en la medida en que se vincula al estudiante en la construcción de conocimiento matemático. Así, por medio de la participación en la clase, el estudiante tiene la oportunidad de remover las dudas sobre la actividad que desarrolla. En ese sentido, parte de la función del profesor radica en la búsqueda de desequilibrios

cognitivos (Piaget, 2012) en el estudiante, quien, a su vez, construye conocimiento en la medida que los supera (Mugny y Doise, 1991; Perret-Clermont, 1984; Zittoun et al., 1997).

En el proceso de comunicación de ideas, los estudiantes tienen la posibilidad de escuchar los argumentos de sus compañeros, debatir su contenido o adherirse a un discurso en particular. En este modelo de clase, el profesor, como representante del saber y de la institución, se presenta como el encargado de validar los conocimientos de los estudiantes. Si bien, este hecho es muy común en las escuelas del departamento, donde se espera que la misión de profesor es la de enseñar, se convierte en un obstáculo para que los estudiantes desarrollen un pensamiento crítico y reflexivo con el saber.

Los estudiantes, tienden a considerar como verdaderas todas las ideas que expresa el profesor y en ocasiones, las reproducen tomando como soporte el hecho de que fueron presentadas por un profesor, este es un ejemplo de un argumento de tipo autoritario. Frente a este hecho, Goizueta (2015) señala que los estudiantes presentan dificultades para justificar lo que hacen y dicen en clase de matemáticas. Al respecto, Castellaro y Peralta (2020) señalan que es habitual que algunos estudiantes eviten el conflicto cognitivo mediante la adhesión a la explicación de alguno de sus compañeros, con esto evaden ser señalados por otros al presentar ideas que no resuelvan el problema que se está discutiendo.

Dentro de un modelo típico de clase el profesor suele: (1) Ofrecer explicaciones del contenido. (2) Presentar algunos ejemplos en el tablero. (3) Los estudiantes toman nota en su cuaderno de los ejemplos, en algunos casos se dictan algunos conceptos para que sean transcritos. (4) Se plantean algunos ejercicios similares para que los estudiantes los resuelvan en forma grupal o colaborativa. (5) Se revisan algunos ejercicios en el tablero y se aclaran las dudas respecto a su solución, pueden darse algunas discusiones al presentar los resultados, generalmente el profesor ofrece retroalimentación del contenido. (6) Se asigna trabajo extraclase. (7) Se evalúa la adquisición de los contenidos. (8) Se realiza una “recuperación” que consiste en dar retroalimentación a los estudiantes que no alcanzaron los niveles adecuado y se les realiza otra prueba.

Si bien este tipo de clase hace parte de un modelo transmisionista, es defendido por algunos estudiantes los cuales buscan en sus profesores explicaciones ideales que satisfagan sus dudas y así evitar el conflicto cognitivo. Estos estudiantes califican como buenos profesores a aquellos que les ofrecen métodos de solución que requieren pocos pasos, es decir, un algoritmo corto para resolver la tarea que desarrollan. Sin embargo, cuando se les pide que argumenten o defiendan su punto de vista sobre los métodos de resolución usados, los estudiantes acuden a argumentos de tipo autoritarios señalando que dichos pasos fueron indicados por otro profesor. Otros en cambio, tienden a borrar lo que tienen en su cuaderno u hoja de trabajo pues consideran que sus respuestas son erróneas.

Dado que el rol del profesor es protagónico, en la medida en que es considerado como el representante del saber, este trata de ofrecer explicaciones claras a los estudiantes y guiar la adquisición del conocimiento. Este modo de orientar la clase se considera como eficaz para cumplir con los contenidos que establece el currículo, además, las directivas institucionales suelen estar pendientes de su desarrollo y esto refuerza la idea de los profesores de que el modelo transmisionista les permite avanzar en los contenidos.

Una de las dificultades que genera este modelo es el uso de manera mecánica de algoritmos que son extraídos de libros de textos donde no siempre se muestra el proceso de construcción, lo cual dificulta la interiorización y uso de diversos conceptos. Además, algunos estudiantes presentan dificultades para leer y entender la información que se presenta en un problema al no reconocer las variables que inciden en él, y buscan que el profesor sea quien les indique lo que deben hacer para resolverlo. En consecuencia, los resultados en pruebas estandarizadas que realiza el Ministerio de Educación Nacional de Colombia no muestran buenos desempeños en los estudiantes del departamento.

## 2 Contexto del problema

El departamento del Chocó se encuentra ubicado en el Pacífico colombiano, limita con Panamá y el mar Caribe por el norte, con los departamentos de Antioquia, Risaralda

y Valle del Cauca por el este, con el departamento del Valle del Cauca por el sur, y con el Océano Pacífico por el oeste. Este departamento es uno de los más pobres de Colombia. Las vías de acceso no están pavimentadas en su totalidad y cuentan con una alta tasa de analfabetismo. Su población está compuesta en gran parte por afrodescendientes e indígenas y en un grupo minoritario de mestizos.

En un estudio presentado por Sánchez (2001) se afirma que “los estudiantes pertenecientes a una etnia presentan un desempeño inferior al de sus pares no étnicos en los puntajes asociados a pruebas académicas estandarizadas, en las áreas de matemática y lenguaje” (p. 1). De igual modo, Valoyes-Chávez (2017) sostiene que las minorías étnicas, en el caso de Colombia, obtienen bajos desempeños en las pruebas estandarizadas de matemáticas. Estos resultados coinciden con la situación de pobreza que aqueja a sus pobladores, la falta de conectividad, los pocos estudios realizados por sus padres y el deficiente acceso a la información. En otro estudio, Valoyes-Chávez (2015) señala que existe un imaginario racial que posiciona a los afrodescendientes como incapaces de desarrollar pensamiento matemático. Según Gutiérrez (2013) las escuelas son inequitativas al anticipar el éxito de sus estudiantes basados en identidades sociales. Sin embargo, el estado colombiano ha marginado en su política pública la educación de estas regiones.

Desde hace tiempo, los estudiantes de primaria, secundaria y media de las instituciones educativas del departamento del Chocó vienen presentando bajos niveles de desempeño en los resultados de las pruebas estandarizadas que realiza el Ministerio de Educación Nacional mediante la Prueba SABER la cual va de 100 a 500 puntos (ver tabla 1). Esta prueba mide los avances en materia educativa de los estudiantes de 3°, 5° y 9° grado. Se aplica cada año y permite recoger información que es analizada y enviada a las instituciones educativas mediante un informe que se entrega a los colegios.

Tabla 1 – Promedio de los resultados en la prueba SABER y desviación estándar en el Chocó

Grado	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3°	255 ± 62	262 ± 66	264 ± 63	273 ± 64	303 ± 52	287 ± 55
5°	231 ± 62	245 ± 60	254 ± 66	257 ± 57	275 ± 59	267 ± 54
9°	232 ± 52	235 ± 53	235 ± 60	236 ± 56	264 ± 46	264 ± 46

Fuente: Elaboración propia

Al comparar el modelo de clase y los resultados de las pruebas estandarizadas que realiza el Ministerio de Educación Nacional, mediante la Prueba SABER, se observa que, a los estudiantes del departamento del Chocó (entre los 14 y 16 años), les cuesta generalizar y argumentar los resultados de las producciones en el aula (ver tabla 2).

Tabla 2 – Porcentaje de respuestas erróneas prueba Saber grado 9° del departamento del Chocó

Competencia	2014	2015	2016	2017
Resolución	64.9	68.0	65.2	70.7
Razonamiento	62.2	66.1	62.0	68.2
Comunicación	59.4	68.3	62.4	68.4

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los datos presentados por el Ministerio de Educación Nacional, los estudiantes del departamento del Chocó no están alcanzando las competencias necesarias para afrontar de manera satisfactoria dicha prueba, tampoco hay una consolidación de los conocimientos matemáticos que les permitan interiorizar las acciones de pensamiento para guardar en la memoria de largo plazo el conocimiento adquirido.

En el informe que emite el Ministerio de Educación Nacional para celebrar el día de la excelencia educativa (día-e), se afirma que, en 2017, el 66.5% de los estudiantes del Chocó que fueron evaluados con la prueba Saber 9° presentaron dificultades para usar y relacionar diferentes representaciones para modelar situaciones de variación y el 70% de dichos estudiantes presentaron dificultades para argumentar formal e informalmente sobre propiedades y relaciones de figuras planas y sólidos (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

La pregunta que nos hacemos es ¿cómo mejorar la educación de los estudiantes del departamento del Chocó mediante el desarrollo de algunos procesos centrales del pensamiento matemático como la modelización y la argumentación?

A nivel curricular, los estándares básicos de competencia plantean que el estudiante al terminar el grado 9° debe ser capaz de modelar situaciones de variación con funciones polinómicas y al finalizar el grado 11° usar argumentos geométricos para

resolver y formular problemas en contextos matemáticos y en otras ciencias (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Si bien, las tendencias en investigación apuntan al desarrollo del pensamiento matemático vía la construcción social de significados, las limitaciones de tiempo y saturación curricular en las instituciones educativas del país no han permitido que se dedique el tiempo suficiente al desarrollo y consolidación de dichos procesos. Esta es una de las razones por las cuales se mantiene el modelo transmisionista ya que permite avanzar con los contenidos curriculares para el grado específico.

Por otro lado, ante la dificultad de los estudiantes para comunicar razonamientos matemáticos, Goizueta (2015) menciona que esto es un obstáculo para la inclusión de tareas matemáticas más complejas y en consecuencia las actividades desarrolladas en clase se limitan a la práctica y ejecución de algoritmos prescritos por el profesor. Este resultado en particular nos señala hacia donde debemos apuntar para mejorar la educación de los estudiantes del departamento del Chocó.

### **3 Objetivo del estudio**

Dado el estado actual de los estudiantes del departamento del Chocó, el propósito de este estudio es proponer una alternativa a la enseñanza de las matemáticas que permita a los estudiantes tener una mejor comprensión de la actividad matemática que desarrollan en el aula. Para ello, situamos la mirada en la visión de competencia predominante en el currículo y en el desarrollo de dos competencias centrales como lo son la modelización y la argumentación.

### **4 Metodología del estudio**

Para la realización del estudio, hicimos una revisión de los resultados en las pruebas estandarizadas que realiza el Ministerio de Educación Nacional de Colombia en los grados 3°, 5° y 9°. Posteriormente, seleccionamos el grado 9° ya que el resultado de dicha prueba les brinda a los maestros la posibilidad de tomar decisiones sobre la

formación de los estudiantes antes de que estos presenten la prueba saber 11° la cual determina la posibilidad de ingreso a la universidad.

De acuerdo con los resultados, se observa que de cada 10 estudiantes que presentan la prueba, 7 de ellos fallan al responder las preguntas (ver tabla 2), y que a medida que avanzan por los distintos grados la puntuación tiende a disminuir (ver tabla 1).

Seguido, se hace la revisión del modelo de clases predominante en las aulas mediante el diálogo con el profesorado de las instituciones que obtienen los mejores resultados en el departamento. Esto nos sugirió revisar el concepto de competencia matemática que se encuentra en el Plan Educativo Institucional el cual se construye con base a los documentos emanados por el ministerio de Educación de Colombia.

Las pesquisas siguientes nos ubicaron en las competencias matemáticas. De ellas, seleccionamos las que, a nuestro juicio, permiten que el profesorado tenga una idea del razonamiento de los estudiantes y que mediante la verbalización pueda hacer los ajustes necesarios. La otra competencia seleccionada les permite a los estudiantes comprender y aplicar las matemáticas en contextos diversos, generalizar y/o particularizar sus resultados. Procedimos a una revisión documental luego de seleccionar 50 documentos relacionados con las competencias descritas que nos permitieran señalar el potencial de ambas en el aprendizaje de las matemáticas y que se constituyeran en una oportunidad para ofrecer un cambio de paradigma en la educación del departamento del Chocó. También, analizamos el rol del profesor en la construcción de conocimiento y la asistencia que debe ofrecer a los estudiantes para lograrlo.

## 5 La visión de competencia en el currículo colombiano

Desde la óptica del Ministerio de Educación Nacional (2006) los estándares básicos de competencias ofrecen los parámetros sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden para lograr la calidad de la educación en el sistema educativo colombiano. En dicho documento se ofrece una perspectiva de competencia como un «*saber hacer* en situaciones concretas que requieren la aplicación



creativa, flexible y responsable de conocimientos, habilidades y actitudes» (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 12).

Esta visión de competencia le da mucha importancia al conocimiento el cual es puesto en contexto cuando el estudiante se enfrenta a una situación en la que se espera emerja su conocimiento. En educación matemática concebir la competencia como un saber hacer implica que el estudiante debe tener un dominio de las matemáticas, sus reglas y propiedades, así como dominar una serie de heurísticas que le ayuden a resolver problemas en situaciones nuevas. Además, tener mecanismos de metacognición que le permitan revisar y reconocer sus errores.

Sin embargo, no se hace explícita la forma en que se deben diseñar los currículos institucionales para alcanzar el nivel de competencia que se promueve en los estándares básicos de competencias del ministerio, esta responsabilidad recae sobre el Proyecto Educativo Institucional -PEI- el cual es una construcción de cada institución educativa que orienta los procesos institucionales como la planeación curricular, las actividades pedagógicas el modelo educativo y la evaluación (Guerrero, Crissien y Paniagua, 2017). Por otro lado, la acumulación de conocimiento no necesariamente brinda los elementos para abordar de manera satisfactoria una prueba como la Prueba SABER o la PISA dado que lo que se evalúa es la comprensión de los conceptos (Urteaga, 2010).

Una visión más amplia de competencia es presentada por Tardif (2006) quien la concibe como «un saber actuar complejo que se apoya en la movilización y combinación eficaz de recursos de tipo interno y externo al interior de una familia de situaciones» (p. 22). Esta perspectiva va más allá de la acumulación de conocimientos al permitir contextualizarlos mediante el uso eficaz de los recursos del medio.

Este enfoque se inserta dentro de un paradigma constructivista, permite centrar la mirada en las estrategias cognitivas y metacognitivas que usan los estudiantes al resolver un problema. En ese marco se debe promover el desarrollo de tareas con un grado de complejidad ascendente y con significado para el estudiante (Tardif, 1993).

Consideramos que esto es viable en la medida en que se vincule al estudiante en la construcción de conocimiento mediante el diseño de situaciones con una alta demanda cognitiva que favorezca distintos modos de razonamiento y la verbalización de

estos. Además, se deben relacionar los contenidos previos con los nuevos conocimientos y actuar en la zona de desarrollo próximo del estudiante para mediar en sus procesos cognitivos (Vigotsky, 1979).

## **6 La mediación del profesor en los procesos cognitivos**

En este apartado se quiere señalar la influencia educativa de la mediación del profesor en el desarrollo de conocimiento. En el entorno educativo y especialmente en el desarrollo de la interactividad entre el profesor y el estudiante, las acciones del profesor buscan afectar los procesos cognitivos del estudiante mediante la producción de desequilibrios cognitivos que el estudiante buscará compensar mediante nuevas abstracciones y generalizaciones. Sin embargo, la vinculación entre los saberes previos, la nueva información y la asistencia o mediación de otro más experto permiten el desarrollo de andamiajes para comprender y resolver las situaciones que se le presentan (Vigotsky, 1979).

10

Se revela entonces una tarea para el profesor de matemáticas que consiste en la búsqueda permanente de desequilibrios cognitivos para el estudiante donde sus conocimientos actuales (Zona de Desarrollo Actual) resulten insuficientes para la situación planteada y la equilibración actúa como mecanismo para la adquisición de conocimientos.

La asistencia o mediación que se propone no consiste en proporcionar respuestas al estudiante cuyo propósito sea mostrarle el camino de resolución del problema, tampoco sugerirle alternativas de solución, sino que el profesor debe hacer ajustes a la situación construyendo un andamio a un nivel más bajo, para que el estudiante pueda acceder y luego establecer las conexiones que le permitan superar el conflicto cognitivo que tenía.

Esta influencia educativa permite un traspaso progresivo de la responsabilidad del aprendizaje del profesor al estudiante, contrario a la enseñanza tradicional y al contrato didáctico que actualmente se gesta en muchas instituciones educativas en las que el profesor tiene la misión de enseñar, por medio de la transmisión de conocimiento y el estudiante tiene el deber de aprender y dar cuenta de los aprendizajes mediante la

evaluación sumativa. En el traspaso de la responsabilidad del aprendizaje, es estudiante funciona como un sistema abierto, en los términos de Bertalanffy (1968), en donde el estudiante adquiere mecanismos de autorregulación que le ayudan a gestionar su aprendizaje.

## 7 La competencia de argumentación

Los estudios sobre argumentación en clase de matemáticas han permitido analizar la actividad discursiva en el aula en torno a la construcción individual o colectiva de argumentos válidos. Algunos estudios centran su mirada en la cognición que desarrolla el estudiante en su interacción con el profesor o con sus pares (Chico, 2014; Hoyos, 2018; Kukliansky, 2019; McCrone, 2005; Muller-Mirza et al., 2009; Ruiz, 2012), otros en cambio, buscan acercar a los estudiantes a procesos de prueba mediante la presentación de argumentos deductivos concibiendo la prueba como una forma particular de argumentación (Balacheff y Margolinas, 2005; Camargo, 2010; Fiallo, 2010; Fiallo y Gutiérrez, 2017; Molina, 2019; Pedemonte y Balacheff, 2016), también encontramos estudios que reportan una distancia o ruptura cognitiva entre argumentación y prueba ofreciendo una distinción en cuanto al propósito de cada una (Duval, 1991; Duval, 1999; Perelman y Olbrechts-Tyteca, 2006).

Independientemente de la visión que se tenga sobre argumentación, la National Council of Teachers of Mathematical -NCTM- declaró que uno de los objetivos de la educación matemática es ayudar a que los estudiantes produzcan argumentos matemáticos como una oportunidad para aprender matemáticas (NCTM, 2000). En ese sentido, dirigimos nuestra mirada hacia los procesos de argumentación en clase de matemáticas mediante el desarrollo de procesos de modelización.

Un punto de encuentro de las investigaciones mencionadas anteriormente está en considerar la argumentación como una práctica social, que se da mediante las interacciones en la clase de matemáticas. Al respecto, Krummheuer (1995) concibe la argumentación como un fenómeno social, poniendo el énfasis en la interacción de los estudiantes. Posteriormente, Krummheuer (2007) manifiesta que el aprendizaje de las matemáticas depende de los procesos de argumentación que se desarrollan al interior

del aula de clases. En efecto, este enfoque permitió el desarrollo de la noción de argumentación colectiva dado que contempla la interacción de varios participantes y por ello, no puede analizarse mediante la interpretación de una sola secuencia de enunciados sino por las interacciones de los participantes, por las justificaciones que ofrecen, garantías y refutaciones lo cual se evidencia en la actividad matemática que desarrollan en el aula (Solar, 2009; Yackel, 2002).

Por otro lado, Chico (2014) señala que para desarrollar argumentación colectiva se requiere, por parte del estudiante, mayores niveles de argumentación matemática por el hecho de tener que convencer a sus compañeros de clase. En ese sentido, Weber et al. (2008) sostienen que las discusiones que se desarrollan en el aula de matemáticas requieren que los estudiantes hagan más explícitos sus razonamientos por medio de argumentaciones que pueden ser aceptadas o rechazadas por sus compañeros. Lo anterior conlleva a que los estudiantes desarrollen habilidades como el análisis de las argumentaciones de sus compañeros para consolidar o rechazar su razonamiento.

Ruiz (2012) sostiene que la argumentación en el aula de matemáticas cumple tres propósitos fundamentales los cuales se relacionan con la intencionalidad. El primero de ellos hace alusión a la negociación de significado y construcción de comunidades de práctica. El segundo tiene que ver con la interacción discursiva la cual afecta la cognición del sujeto en cuanto desarrolla competencias que le permiten ver la sociedad de manera diferente. El tercero se refiere al rol que desarrollan los participantes dado que se valora el aporte de todos en la construcción de conocimiento. También se reconoce el rol de la argumentación como un instrumento para la construcción de conocimiento y que, por medio de la interacción con el otro, ofrece la posibilidad de escuchar sus ideas, analizarlas y debatirlas.

Lo anterior sugiere que al interior del aula deben crearse espacios para que los estudiantes hagan públicos sus razonamientos e ideas, donde se favorezca el debate, la presentación y justificación de pruebas (Jiménez-Aleixandre, 2010; Ruiz, 2012). Esto implica un cambio de roles tanto del profesor como el estudiante; este último pasa de ser un sujeto pasivo para tener una visión reflexiva en torno a su aprendizaje, a la manera en que razona matemáticamente y al cómo construye conocimiento; en

consecuencia, consolida su razonamiento mediante la verbalización e interacción con otros (McCrone, 2005; Chico, 2014).

Desde la posición de Kukliansky (2019) la enseñanza basada en el desarrollo de argumentos en la clase de matemáticas ayuda a los estudiantes a comprender los conceptos relevantes permitiendo que se desarrolle la parte cognitiva y la interacción social. Esta postura se alinea con lo propuesto por Krummheuer (2015) quien resalta que la argumentación es una condición para aprender matemáticas que depende de la participación de los estudiantes y en el compromiso con la construcción de conocimiento mediante prácticas explicativas y justificativas.

## **8 Competencia de modelación**

En relación con la modelización, diversos autores han comentado la importancia de la modelación en el aprendizaje de las matemáticas escolares y la alta demanda cognitiva que conlleva (Blomhøj 2004; Blum y Borromeo, 2009; Niss, 2003). Esto supone una enseñanza en la que los estudiantes aprenden a identificar patrones y regularidades en los fenómenos estudiados.

Kaiser y Sriraman (2006) destacan la importancia de la modelación en la enseñanza de la matemática, estos autores sostienen que una enseñanza basada en el aprendizaje de algoritmos hace que sea difícil su aplicación en la resolución de problemas, aunque resaltan que hacer la transición en la forma de enseñar toma tiempo.

Por otro lado, Kaiser y Schwarz (2006) señalan que en la prueba PISA se hace énfasis en la capacidad de usar las matemáticas en diferentes contextos, con lo cual, se torna importante un cambio de paradigma en la educación de los estudiantes del departamento del Chocó que favorezca el desarrollo de esta competencia.

Villa-Ochoa et al. (2017) sostienen que la modelación matemática ofrece la posibilidad de promover la participación de los estudiantes en la clase y en las actividades propuestas, esto se alinea con uno de los propósitos de esta propuesta y apoya a los estudiantes en la producción de argumentos.

Desde algunas teorías como la Socioepistemológica y la Teoría Antropológica de lo Didáctico -TAD- no se considera la modelación como un saber matemático a enseñar o como una herramienta que facilite la adquisición de conocimiento matemático (Barquero, Bosch y Gascón, 2010; Pezoa, 2012), sino como una práctica social, producto de la relación entre individuos de una comunidad específica y en contextos particulares. Desde la TAD se considera que la matemática en sí es una actividad de modelación.

Siguiendo a Confrey (2007) la modelación matemática emerge como insumo importante en la enseñanza de las matemáticas, permite la conexión entre disciplinas, saberes previos y el nuevo conocimiento; además permite el desarrollo de ideas complejas los cuales ayudan al desarrollo del pensamiento del estudiante.

Con lo anterior, la articulación de las dos competencias brinda una oportunidad para el aprendizaje de las matemáticas. Los estudiantes del departamento deben enfrentarse a otro tipo de situaciones de aprendizaje que les permitan modelar y argumentar.

Por otro lado, este estudio hace parte de una tesis de doctorado donde se pretende caracterizar y sistematizar la forma en que el desarrollo de situaciones de modelación apoya el desarrollo de argumentos matemáticos en estudiantes de secundaria, y a su vez, ayudar a que los estudiantes produzcan argumentos matemáticos como una oportunidad para aprender matemáticas.

## 9 Conclusiones

En este artículo hemos intentado señalar una ruta para dirigir algunos estudios sobre educación matemática en el departamento del Chocó. La visión de competencia como un saber hacer implica una enseñanza de tipo algorítmico que necesita la ejercitación y repetición de procesos que los estudiantes deben memorizar, en consecuencia, se promueve una acumulación de conocimientos los cuales no necesariamente son recuperados al momento de resolver una prueba. Este tipo de enseñanza explica, en parte, los resultados en pruebas estandarizadas en el departamento del Chocó, donde el modelo tradicional hace parte de la actividad matemática de los estudiantes. La forma de presentar las matemáticas como una ciencia

exacta que ya está construida y que sólo necesita de mucha ejercitación, aleja al estudiante de su construcción y dificulta la comprensión y aplicación de los conceptos.

Por otro lado, una visión de competencia como un saber actuar permite que los estudiantes aprendan matemática mediante la resolución de situaciones con un mayor grado de complejidad. Para dicho propósito dirigimos la mirada hacia dos competencias matemáticas, la modelación y la argumentación. Situamos el debate sobre estas dos competencias las cuales fueron definidas por Deulofeu (2018) como competencias clave para aprender matemáticas, este autor señala que la competencia se adquiere mediante el desarrollo de contextos que tengan sentido para el estudiante.

La argumentación permite a los estudiantes remover las dudas sobre la actividad matemática que desarrollan, los estudiantes interactúan con sus pares y el profesorado para construir conocimiento mediante la verbalización de sus ideas. Los significados institucionalizados en clase permiten lograr un aprendizaje con sentido donde los estudiantes son sujetos activos en la construcción de conocimientos. En este sentido, el centro de la actividad matemática se pone en el aprendizaje para la comprensión e interiorización de los conceptos los cuales son detonados por la modelación de situaciones en las que la interacción favorece el intercambio de ideas. Además, tal como lo señala Confrey (2007), permite que el estudiante haga conexiones entre disciplinas y se apoye en sus saberes previos para pasar a mejores estados de conocimiento.

Para este propósito, es clave la mediación del profesor el cual busca afecta los procesos cognitivos de los estudiantes mediante el diseño de situaciones en las que puedan poner en contexto sus conocimientos. En consecuencia, su rol no consiste sólo en la explicación de manera magistral de una serie de contenidos, sino en la planeación de tareas significativas que le permitan al estudiante aprender.

Replantear el paradigma de la educación en el departamento del Chocó, es una tarea urgente que requiere cambios en la forma en que se dirigen las clases bajo el modelo monumentalista. Tal como lo muestran los resultados en pruebas estandarizadas, las investigaciones y propuestas didácticas ofrecidas por los profesores no han logrado causar el impacto necesario para conseguir mejores resultados, en

consecuencia, los estudiantes del departamento tienen menos oportunidades de competir frente a los estudiantes de otros departamentos del país.

## Referências

- Balacheff, N., & Margolinas, C. (2005). *cKç Modèle de connaissances pour le calcul de situations didactiques*. In A. Mercier & C. Margolinas (Eds.), *Balises pour la didactique des mathématiques* (pp. 75–106). Francia: La Pensée Sauvage - Editions-.
- Barquero, E., Bosch, M., & Gascon, J. (2010). Ecología de la modelización matemática: los recorridos de estudio e investigación. In M. Bosch, J. Gascón, A. Ruiz Olarría, M. Artaud, A. Bronner, Y. Chevallard, & M. Larguier (Eds.), *III Congreso Internacional sobre la TAD: Un panorama de la TAD* (Vol. 10, pp. 553–577). Retrieved from <http://www.atd-tad.org/wp-content/uploads/2012/05/BarqueroBoschGascon-CITAD-III-2011.pdf>
- Bertalanffy, L. (1968). *General System Theory: Foundations Development and Applications*. New York: Brasiller.
- Blomhøj, M. (2004). Mathematical modelling: a theory for practice. In B. Clarke, D. M. Clarke, G. Emanuelsson, B. Johansson, D. V. Lester, A. Wallby, & K. Wallby (Eds.), *International Perspectives on learning and teaching mathematics* (pp. 145-159). Göteborg University: National Center for Mathematics Education.
- Blum, W., & Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught and Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Camargo, L. (2010). *Descripción y análisis de un caso de enseñanza y aprendizaje de la demostración en una comunidad de práctica de futuros profesores de matemáticas de educación secundaria (tesis doctoral)*. Universitat de València, València, España.
- Castellaro, M., & Peralta, N. S. (2020). Pensar el conocimiento escolar desde el socioconstructivismo: Interacción, construcción y contexto, *Perfiles Educativos*, 52(168), 140-156.



- Chico, J. (2014). *Impacto de la interacción en grupo en la construcción de argumentación colectiva en clase de matemáticas* (tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Confrey, J. (2007). Epistemology and modelling. In W. Blum, P. Galbraith, H.W. Henn, & M. Niss, (2007). *Modelling and applications in mathematics educations*. New York: Springer.
- Deulofeu, J. (2018). Modelización y argumentación: dos competencias clave para aprender matemáticas. *Congreso internacional en didáctica de las matemáticas*. Congreso llevado a cabo en Manizales, Colombia.
- Duval, R. (1991). Structure du raisonnement deductif et apprentissage de la demonstration. *Educational Studies in Mathematics*, 22(3), 233-261. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF00368340>
- Duval, R. (1999). *Argumentar, demostrar, explicar: ¿Continuidad o ruptura cognitiva?* Ciudad de México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Fiallo, J. (2010). *Estudio del proceso de Demostración en el aprendizaje de las Razones Trigonométricas en un ambiente de Geometría Dinámica* (tesis doctoral). Universitat de València, España.
- Fiallo, J., & Gutiérrez, A. (2017). Analysis of the cognitive unity or rupture between conjecture and proof when learning to prove on a grade 10 trigonometry course. *Educational Studies in Mathematics*, 96(2), 145-167. <https://doi.org/10.1007/s10649-017-9755-6>
- Guerrero, H. R., Crissien, T. J., & Paniagua, R. (2017). Proyectos Educativos Institucionales Colombianos (PEI): Educación Inclusiva a través de la autoevaluación *Opción*, 33(84), 218-266.
- Goizueta, M. (2015). *Aspectos epistemológicos de la argumentación en el aula de matemáticas* [Tesis doctoral no publicada]. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.
- Gutiérrez, R. (2013). The sociopolitical turn in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 44(1), 37-68.

- Hoyos, J. I. (2018). *Implicaciones de la argumentación en clase para la enseñanza. Estudio de caso en un bachillerato en ciencias sociales* (tesis doctoral). Universidad de Valladolid, España.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *ZDM*, *38*(2), 196-207.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM*, *38*(3), 302-310.
- Krummheuer, G. (1995). The ethnography of argumentation. In P. Cobb & H. Bauersfeld (Eds.), *Emergence of mathematical meaning* (pp. 229-269). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Krummheuer, G. (2007). Argumentation and participation in the primary mathematics classroom. Two episodes and related theoretical abductions. *Journal of Mathematical Behavior*, *26*, 60-82.
- Krummheuer, G. (2015). Methods for Reconstructing Processes of Argumentation and Participation in Primary Mathematics Classroom Interaction. In A. Bikner-Ahsbans, C. Knipping, & N. Presmeg, *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education. Examples of Methodology and Methods* (pp. 51-74). Dordrecht, Holland: Springer.
- Kukliansky, I. (2019). Examining mathematics teachers' attitudes Toward argument-based teaching. In M. Graven, H. Venkat, A. Essien & P. Vale (Eds.), *Proceedings of the 43rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4). Pretoria, South Africa: PME.
- McCrone, S. S. (2005). The development of mathematical discussions: An investigation in a fifth-grade classroom. *Mathematical Thinking and Learning*, *7*(2), 111-133. <https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0702>

- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional (2018). *Informe por colegio del cuatrienio, análisis histórico y comparativo*. [https://diae.mineducacion.gov.co/dia\\_e/documentos/2018/\\_2%20Colegios%20oficiales%20para%20web1%20a%2015718/32724500030.pdf](https://diae.mineducacion.gov.co/dia_e/documentos/2018/_2%20Colegios%20oficiales%20para%20web1%20a%2015718/32724500030.pdf).
- Molina, Ó. J. (2019). *Sistema de normas que influyen en procesos de argumentación: un curso de geometría del espacio como escenario de investigación* (tesis doctoral). Universidad de Los Lagos, Osorno, Chile.
- Mugny, G., & Doise, W. (1991). Percepción intelectual de un proceso histórico: veinte años de psicología social en Ginebra, *Anthropos: Boletín de Información y Documentación*, 124, 8-23.
- Muller-Mirza, N, Perret-Clermont, A.-N., Tartas, V., & Iannaccone, A. (2009). Psychosocial Processes in Argumentation. In Nathalie Muller-Mirza & A.-N. Perret-Clermont (Eds.), *Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices* (pp. 67–90). [https://doi.org/10.1007/978-0-387-98125-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-0-387-98125-3_3)
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: Author.
- Niss, M. (2003). Mathematical Competencies and the Learning of Mathematics: The Danish KOM Project. In A. Gagatsis, & S. Papastavridis, (Eds), *3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education* (115-124). Atenas: The Hellenic Mathematical Society.
- Pedemonte, B., & Balacheff, N. (2016). Establishing links between conceptions, argumentation and proof through the ckt-enriched Toulmin model. *Journal of Mathematical Behavior*, 41, 104–122. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.10.008>
- Perelman, C., & Olbrechts-Tyteca, L. (2006). *Tratado de la argumentación: La nueva retórica*. Madrid, España: Editorial Gredos.

- Perret-Clermont, A. (1984). *La construcción de la inteligencia en la interacción social. Aprendiendo con los compañeros*, Madrid: Visor.
- Pezoa, M. I., (2012). *La práctica de modelación al curriculum escolar chileno, una propuesta desde la Socioepistemología*. Tesis de maestría no publicada, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Piaget, J. (2012). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*, España: Siglo XXI.
- Ruiz, F. J. (2012). *Caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en la educación primaria* (tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
- Sánchez, A. (2011). *Etnia y desempeño académico en Colombia. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional*, Bogotá: Banco de la República.
- Solar, H. (2009). *Competencias de modelización y argumentación en la interpretación de graficas funcionales: propuesta de un modelo de competencia aplicado a un estudio de caso* (tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
- Tardif, J. (1993). L'évaluation dans le paradigme constructivist. En Hivon, R. (Ed.), *L'évaluation des apprentissages. Réflexions, nouvelles tendances et formation* (pp. 57-56). Coll. sous la direction de René Hivon, Université de Sherbrooke.
- Tardif, J. (2006). *L'évaluation des Compétences. Documenter le parcours de développement*. Montreal (Québec), Chenelière Éducation.
- Urteaga, E. (2010). Los resultados del estudio PISA en Francia. *Revista Complutense de Educación*, 21(2), 231-244.
- Valoyes-Chávez, L. E. (2015). Los negros no son buenos para las matemáticas: ideologías raciales y prácticas de enseñanza de las matemáticas en Colombia. *Revista CS*, (16), 169-206. <https://doi.org/10.18046/recs.i16.1909>
- Valoyes-Chávez, L. E. (2017). Inequidades raciales y educación matemática. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 129-152.

Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psíquicos superiores*. Barcelona, Grijalbo.

Weber, K., Maher, C., Powell, A., & Lee, H.S. (2008). Learning opportunities from group discussion: warrants become the objects of debate. *Educational Studies in Mathematics*, 68, 247-261.

Yackel, E. (2002). What we can learn from analyzing the teacher's role in collective argumentation. *Journal for Research in Mathematical Education*, 27(4), 458-477.

Zittoun, T., Perret-Clermont, A., & Carugati F. (1997). Note sur la notion de conflit, *Cahiers de Psychologie*, 33, 27-30.