

La dinámica de la clase de matemáticas mediada por la comunicación

The dynamics of the math class mediated by communication

Alfonso Jiménez-Espinosa¹

Recibido: enero 15 de 2019

Aceptado: mayo 01 de 2019

Resumen

Este artículo de revisión analiza la forma como se entiende la comunicación en la clase de matemáticas. En este texto comunicar es más que informar, es la acción de poner algo en común hasta asignar significado colectivamente; proceso que posibilita la comprensión y establecimiento de relaciones comunicativas entre sujetos, con el propósito de dar significado conjunto a lo que se comunica. También es una interacción social estratégica, donde los comunicadores crean y modifican sus interpretaciones por la influencia del contexto social. Este trabajo deja ver que en el estudio de la dinámica de la clase de matemáticas se usan nombres como categorías de comunicación, patrones de comunicación, modelos, ambientes de aprendizaje, espacios, ambientes de aula y patrones de interacción; los cuales describen las características de las diferentes formas de comunicación que se dan en el aula. Desde la interacción verbal, la comunicación puede tener tres lógicas distintas en el diseño de mensajes; expresiva, convencional, y retórica; y dependiendo de qué lógica un individuo emplea para comunicarse, se escucha su mensaje de forma muy diferente. Parece haber consenso en que una clase de matemáticas donde hay una buena comunicación, sería aquella donde los alumnos se involucran en la práctica del discurso llamado matemáticas.

Palabras clave: comunicación, clase de matemáticas, aprendizaje como participación, patrones de comunicación, comunidad de aprendizaje.

Abstract

This review article discusses how communication in a math class is understood. In this text, communication is more than reporting. It is the act of putting something in common until assigning meaning collectively, a process that enables the understanding and establishment of communicative relationships between subjects, with the purpose of giving joint meaning to what is communicated. It is also a strategic social interaction, where communicators create and modify their interpretations by the influence of the social context. This work shows that in the study of the dynamics of a mathematics class, names are used as communication categories, communication patterns, models, learning environments, spaces, classroom environments and interaction patterns, which describe the characteristics of the different forms of communication that are given in the classroom. From the verbal interaction, communication can have three different logics in the design of messages: expressive, conventional, and rhetorical. Depending on what logic an individual uses to communicate, his message is heard in a very different way. There seems to be a consensus that mathematics class where there is good communication would be one where students engage in the practice of a discourse called mathematics.

Keywords: communication, math class, learning as participation, communication patterns, learning community.

¹ Doctor en Educación: Educación Matemática, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. E-mail: alfonso.jimenez@uptc.edu.co ORCID: 0000-0001-9557-0396

1. Introducción

En las décadas ochenta y noventa, la investigación en educación matemática cambió en cuanto a la metodología y al enfoque, desde el paradigma empírico-analítico hacia los enfoques cualitativos y críticos que buscan entender la complejidad de los salones de clase para transformarlos (Kilpatrick, 1992). Otro cambio se ha dado desde la investigación realizada por agentes externos y ajenos a los salones de clase y a la escuela, hacia la investigación colaborativa entre académicos con profesores y entre los propios profesores (Fiorentini, Sousa & Melo, 2000; Jiménez, 2002; Bishop, 2005). Más recientemente, se nota un interés por mejorar la comunicación en la clase de matemáticas (Forrest, 2008).

Para analizar la comunicación en la clase, se puede hacer desde las acciones que realizan el profesor y los alumnos, que tienen implícita una forma particular de aquella; ya sea en el desarrollo de los temas, o desde la propia evaluación a través de preguntas (Martínez & Gualdrón, 2018). En la primera parte de este texto, se presentan algunas de las dificultades en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas, desde el análisis de la forma como se da la comunicación. Luego se discuten diferentes formas de entender la comunicación y fundamentos teóricos de la misma, para después identificar diversas clasificaciones y formas de entender la comunicación en la clase, tales como categorías, patrones, modelos de clase, ambientes de aprendizaje, modelos instruccionales, ambientes de aula y patrones de interacción, entre otros. Esto muestra la complejidad, al analizar cómo se da la comunicación en la clase de matemáticas. Además se analiza la matemática como discurso y el aprendizaje como participación en pequeñas comunidades, y se discuten también las lógicas de la comunicación desde el diseño de mensajes.

Las dificultades en la enseñanza y en el aprendizaje de las matemáticas persisten, con porcentajes

altos de reprobación de los alumnos y bajos rendimientos en la aplicación de la matemática en contexto (Ministerio de Educación Nacional, 2017), resultados que muy poco han cambiado a lo largo del tiempo. Para Bishop (1999):

(...)Las matemáticas se encuentran en una posición nada envidiable... su fama intimida. Todo el mundo sabe que es importante y que es preciso estudiarla; sin embargo, pocas personas se sienten cómodas con ella; hasta el punto que en muchos países es totalmente aceptable, en el ámbito social, confesar la ignorancia que se tiene de ella, fanfarronear sobre la propia incapacidad para enfrentarla, e inclusive afirmar que se le tiene fobia!. (p. 15)

Esas creencias hacen parte de lo que algunos autores llaman el imaginario popular (Lizcano, 1993), que alimentan aún más las dificultades de los alumnos con las matemáticas (Shoenfeld, 1985; Lester, 1987; Thompson, 1992; Artigue, 1990), pues cuando ellos llegan a la escuela, ya llevan esa idea negativa o distorsionada de las matemáticas. Según Lizcano (1993), la expresión imaginario popular se refiere a las creencias –generalmente de sentido común– que están en la imaginación de la mayoría de la población; a lo que se agregan mitos, formas, tipos, motivos o figuras que existen en una sociedad, en un momento dado y que en el caso de la matemática no estimulan su aprendizaje. Para analizar la comunicación en clase de matemáticas, concordamos con Steinbring (2005), en el sentido que cualquier análisis de ésta, lleva implícitas y explícitas creencias y presuposiciones –también de los profesores– sobre el estatus y constitución del conocimiento matemático.

Según Goizueta (2015), la presentación de la matemática desde una perspectiva apriorística se justifica por sí misma, y la formulación particular de ese conocimiento y sus condiciones de emergencia son apenas aspectos menores que no son

tenidos en cuenta; de tal forma que esas “Visiones tradicionales de las matemáticas suelen presentar el conocimiento matemático como colecciones explícitas que pueden ser entendidas por sí mismas, de manera intra-matemática, prescindiendo de otras consideraciones”.

Históricamente, las diferentes explicaciones del aprendizaje han estado fundamentadas en principios de escuelas filosóficas, principalmente en el realismo y en el pragmatismo (Bausersfeld, 1995). En el realismo –posición de influencia platónica–, el significado de un objeto matemático existe de hecho, como ente abstracto sin relación con la vida de las personas; en cuanto que en el pragmatismo, el significado de los objetos se verifica sólo a través de su uso en un contexto: esto es, los objetos son operacionales (D’Amore, 2007). Para Bishop (1999), la posición realista de la enseñanza y del aprendizaje de las matemáticas despersonaliza el proceso y desconoce sus conexiones con la vida y los significados personales, y por tanto, en las clases:

(...) no hay ninguna persona: sólo hay un enseñante de matemáticas y varios alumnos. Así, la tarea de ese enseñante es comunicar las matemáticas. (...) las matemáticas son un objeto impersonal que se debe transmitir por medio de una comunicación unidireccional” (p. 27)

Ya han pasado veinte años de la afirmación de Bishop y la situación poco ha cambiado, porque a pesar que se ha hecho mucha investigación, los resultados difícilmente llegan a las aulas de clase (Jiménez, 2002). Hoy se enfatiza en una concepción del conocimiento matemático como proceso social y cultural (Lerman, 2006), que busca cambiar la situación descrita anteriormente.

Si bien los estudios de Brousseau y la Escuela Francesa (1986; 1998; 2000), y otros investigadores, han producido mucha teoría, como la de las situaciones didácticas, donde el docente no es el poseedor del conocimiento sino el mediador en

tre este y los alumnos, la situación real de las aulas de clase poco ha cambiado; entre otras razones porque los profesores no se han involucrado en esos procesos investigativos y dichos resultados no llegan a ellos (Fiorentini, Sousa & Melo, 2000; Jiménez, 2002). Al respecto, Bausersfeld (1995), afirma que los métodos clásicos de enseñanza de las matemáticas fallan porque se sustentan en el principio que el profesor tiene la verdad, y pretende la trasmisión de esos objetos de pensamiento a través del lenguaje y espera que los estudiantes aprendan a repetir la rutina.

(...) la reproducción de esta ilusoria realidad, la creencia en el transporte verbal del conocimiento con esta dirección de enseñanza y de aprendizaje, silenciosamente se ha convertido en un hecho común en la escuela con devastadoras consecuencias, (Bausersfeld, 1995, p. 276).

Bajo esas consideraciones, se podría pensar que los profesores son los responsables de esta situación. Sin embargo, hacen parte de la sociedad y están inmersos en la cultura de la escuela y de la sociedad, donde están implícitas aquellas creencias de enseñanza y de aprendizaje y además, durante el transcurso de su formación, desde la enseñanza básica hasta la universidad, pudieron haber experimentado ese tipo de enseñanza (Hernández, Prada & Gamboa, 2017).

Por esto, para muchos profesores, incluso con una buena fundamentación teórica, es muy difícil hacer clases diferentes, como lo confirmaron Brendefur y Frykholm (2000). Estos autores realizaron una investigación con dos profesores iniciantes en la carrera docente, con una capacitación previa sobre principios teóricos que harían de la clase un ambiente comunicativo y de reflexión, intentando cambiar aquel modelo de clase tradicional, que se da bajo posturas realistas. En el estudio percibieron que, en cuanto uno de ellos realizó clases dinámicas y reflexivas en el ambiente previsto, según la teoría estudiada; el otro, a pesar que hablase sobre los cambios que deberían hacerse, en

sus clases prevaleció un ambiente tradicional y de comunicación unidireccional. Según el análisis realizado, Brendefur y Frykholm concluyeron, con respecto al profesor centrado en posturas realistas y que realizó sus clases de acuerdo a éstas, que sus creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y sobre la función del profesor y de los estudiantes estaban fuertemente influenciadas por su experiencia como estudiante. En cuanto al profesor que alcanzó clases dinámicas y reflexivas, a pesar de tener una formación paralela a la de su colega, tenía una fuerte reacción contra la instrucción recibida en la universidad y sentía que debía contribuir en algo para ese cambio, y sus concepciones sobre las matemáticas no estaban centradas en el realismo platónico. Sin embargo, como afirman Roig, Llinares y Penalva (2010), el aprendizaje del profesor en esta materia requiere largo plazo para consolidarse.

Para Brousseau (1998), gran parte de las dificultades en la enseñanza de las matemáticas hace parte de otra más amplia, la de la comunicación humana; sobre lo que Skovsmose y Valero (2012) afirman:

(...) Muchas clases de matemáticas están permeadas por formas de comunicación que suponen la existencia de una autoridad omnisciente, representada, si no por el profesor, por el libro de texto o por las herramientas tecnológicas. La comunicación, entonces, se estructura alrededor de un absolutismo burocrático, de acuerdo con el cual no se necesita justificación particular alguna para las diferentes actividades de aprendizaje presentadas a los estudiantes. (p. 19)

Frente a la complejidad de esta problemática, este artículo tiene como objetivo analizar elementos de la clase de matemáticas que permitan identificar aspectos centrales de la comunicación, la forma como esta se da y las posibilidades de dinamizar la misma.

2. El discurso matemático y la comunicación

2.1 Algunas formas de entender la comunicación

Hablar de una clase de matemáticas donde ésta tenga sentido para los alumnos, es pensar en un flujo continuo de comunicación, cualquiera que sea su forma, desde la más tradicional hasta la más innovadora y, por tanto, la comunicación es cada vez más del interés de la didáctica de las matemáticas (Ponte, Boavida, Graça & Abrantes, 1997).

La importancia de una buena comunicación en el salón de clase de matemática la destaca el National Councils Teacher of Mathematics, NCTM (2000), en sus lineamientos curriculares y la coloca como fundamental para el éxito del aprendizaje de los alumnos, ya que una buena comunicación facilita que los alumnos construyan sus propios significados. En este sentido, el NCTM, expresa:

(...) Los estudiantes deben participar en conversaciones en las que las ideas matemáticas se exploren desde múltiples perspectivas. Ellos deberían participar en discusiones donde se espera que justifiquen soluciones, especialmente ante el desacuerdo. Esto les permitirá obtener mejores aprendizajes, comprender y desarrollar la capacidad de adquirir y reconocer los estilos matemáticos convencionales de diálogo y argumentación. Con el ascenso de grados los argumentos de los alumnos deberían ser cada vez más completos e intervenir directamente en el conocimiento compartido en clase. El papel del maestro es apoyar y estimular la comunicación en el aula mediante la construcción de una comunidad donde los estudiantes se sienten libres de expresar sus ideas. (pp. 60 – 61)

Para explicar la comunicación, Vilalba (2006), parte del supuesto que cualquier actividad humana entre dos o más personas, tiene siempre un ca-

rácter comunicativo. Así, comunicar es “(...) la acción de poner algo en común, o sea, el proceso que posibilita la comprensión mutua y el establecimiento de relaciones de interferencia entre individuos y grupos, mediados e influenciados por diversos factores”. Si comunicar es poner algo en común, ese proceso envuelve la formación, la presentación y la negociación de significados, que son base de todas las prácticas sociales; y los significados son las respuestas a esa situación de negociación que lo convierte en conocimiento. Para Meneses (1999), comunicar es principalmente una forma de interacción social entre individuos y significa compartir y no simplemente informar.

Según Vilalba (2006), la esencia de la comunicación entre individuos está en la formación de sentido o de significados colectivos y esto solo es posible gracias: “(...) a las relaciones creadas a partir de (del reconocimiento de) una dualidad fundamental (dualidades fundamentales) yo-otro, individuo-grupo, subjetividad-objetividad, interior de un sistema-exterior de un sistema, llamada alteridad” (p. 10). Así, para este autor, un sujeto comunicador es un individuo interesado en interactuar en un determinado ambiente y participar del proceso permanente de formación de sentido, resultado de ese movimiento constante de construcción y destrucción de límites entre los componentes de esas diferentes dualidades. En el caso de la clase de matemáticas, es la confrontación de conjeturas, la negociación y la argumentación la que lleva a la institucionalización de los conceptos matemáticos.

Una concepción no unidireccional de comunicación se entiende como un proceso complejo en el que: “(...) quien recibe, interpreta y comprende el significado de un discurso (algo que se comunica) adopta simultáneamente para con éste una actitud de respuesta activa” (Bakhtin, 2000). Para que suceda este tipo de comunicación es necesario entender el espacio de comunicación –en este caso el salón de clase de matemáticas– como un foro de discusión y no un espacio rígido de tras-

lado de información. En esta concepción de comunicación, para el alumno la clase es más que “recibir información” y para el profesor es más que “proporcionarla”; es la posibilidad de que en ese espacio se llegue a los conceptos a través de la discusión de interpretaciones, de negociaciones, de argumentaciones y de justificaciones (Jiménez, 2011; Jiménez, Suárez & Galindo, 2010).

La comunicación también se asocia al modo como los interlocutores participantes en la clase y en situaciones concretas atribuyen significados compartidos a través del lenguaje en acción, para que puedan confrontar sus ideas e interpretaciones con la de sus colegas de grupo, que puede ser a través del lenguaje escrito, gestual, pero principalmente oral (Gonçalves & Fernandes, 2010).

A una situación en la que se pretende comunicar algo, Goñi y Planas (2011), la llaman un acto comunicativo; donde la información, la interactividad y el contexto son sus elementos básicos, y a la sucesión de actos comunicativos con una finalidad específica, la llaman proceso comunicativo. Para estos autores, este proceso entre sujetos es interactivo y tiene como finalidad compartir significados. Así, la comunicación busca algo más que informar, busca sobre todo compartir significados, otorgando sentido a lo que se comunica.

Respecto a la investigación cognitivista tradicional sobre la dinámica de las aulas, Sfart (2002), la identifica con la metáfora “aprender – como – adquirir” y la enfrenta con otra metáfora “aprender–como –participar”. La primera está fundamentada en teorías que conceptúan aprender como “almacenar información”, sea por percepción pasiva o por construcción activa, dando una versión personalizada de la apropiación de los conceptos y procedimientos. Al contrario, en la metáfora “aprender–como –participar”, basada en las teorías socioculturales, el aprendizaje se ve como un proceso en el cual el aprendiz se hace partícipe de actividades específicas, con nexos comunicativos, y la cognición es el resultado de esas relaciones.

La misma autora, Sfard (2002), presenta otra forma de ver la cognición y tiene que ver con la comunicación. A través de una metáfora asocia la expresión “pensar matemática” con, “pensar–como–comunicarse”. Así, al entender la cognición como una forma de comunicación, para que el sujeto conozca debe establecer un nexo comunicativo con el tejido de las relaciones sociales; es decir, es la razón, pero al mismo tiempo es el resultado de esas relaciones. El sujeto se propone entender a los otros seres humanos, considerando todas las acciones y hechos, dirigidos hacia la cohesión de las fuerzas sociales.

Según Sfard (2008), el aprendizaje se manifiesta a través de una acción participativa de los alumnos y el profesor, alrededor de un tema; así, frente al aprendizaje la autora plantea pasar de la metáfora de la adquisición hacia la metáfora de la participación. El aprendizaje del estudiante se manifiesta cuando éste se convierte en miembro de una comunidad matemática. El aprendizaje como participación se establece si la clase se transforma en una comunidad de práctica, como la entiende Wenger (1998), lo que implica comunicarse en el lenguaje de esa comunidad y actuar según lo hacen sus miembros.

Para Ponte et al. (2007), la comunicación en general, y la comunicación matemática en particular, se pueden entender según diferentes perspectivas:

(...) la comunicación como organización y transmisión de informaciones, o la comunicación como un proceso de interacción social. Cada una de estas perspectivas de la comunicación está asociada a una perspectiva de las matemáticas y del proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas. (p. 41)

2.2 La matemática como discurso: el discurso matemático

A pesar que ingenuamente se pensaba que la comunicación se daba de hecho, hace un tiempo los

programadores de los currículos y los investigadores comenzaron a preocuparse por buscar mejores opciones de “comunicar” las nociones matemáticas a los alumnos, y de esta forma se intenta percibir de qué manera la comunicación influye en el aprendizaje (Gonçalves & Fernandes, 2010).

Por un tiempo se hicieron estudios en el salón de clase centrados más en el lenguaje allí usado que en la propia forma de comunicación (Meneses, 1999; Baroody, 1993); pero ese foco cambió, a tratar de entender la comunicación como *discurso*; esto es, como lenguaje en acción. Así, los nuevos estudios se centraron en analizar los procesos comunicativos entre los alumnos y el profesor a través de la negociación de significados (Sierpínska, 1998).

El discurso: “(...) se refiere a las realizaciones escritas u orales de la lengua, en el caso concreto, aquellas que profesores y alumnos realizan en el espacio del salón de clase” (Meneses, 1999, p. 4). El discurso como el uso de un sistema lingüístico en contextos propios, se refiere al modo como los interlocutores comparten y atribuyen significados en situaciones concretas y contextualizadas. De esta forma, en este contexto ya descrito, puede asumirse que hay una buena comunicación cuando los integrantes que se comunican se involucran en el discurso llamado matemáticas.

Sfard (2002), propone basar la investigación sobre el pensamiento matemático bajo la metáfora pensar, como comunicarse. Según esta investigadora, aceptar esta metáfora exige ver el aprendizaje de las matemáticas como “la iniciación en un determinado tipo de discurso; el discurso matemático”; esto es, la iniciación en una forma especial de comunicación conocida como matemáticas. Según Sfard, el discurso matemático es especial por dos razones: por la confianza excepcional en los símbolos como herramienta mediadora de comunicación y por las meta-reglas que regulan ese tipo de comunicación, las cuales generalmente son tácitas para quienes participan en ese discurso. En cuanto las herramientas mediadoras de comunicación se

determinan por el objeto del discurso –como por ejemplo, notaciones numéricas o gráficas, como mediación del lenguaje–; las meta-reglas son las normas que hacen posible la comunicación y que la determinan, y las cuales tienen naturaleza implícita; sobre las que, según Sfurt, hasta ahora no se ha puesto suficiente atención.

Para Sfurt (2002), las meta-reglas discursivas deben tenerse en cuenta como expresiones de las regularidades observadas en las actividades de comunicación, y en concordancia con ellas los participantes emprenden las acciones que creen apropiadas en ese contexto; en el caso del discurso matemático, las meta-reglas incluyen aquellas típicas, como definir o demostrar. Según la misma autora, esas meta-reglas generalmente son implícitas y hacen parte del currículo oculto; sin embargo, es imprescindible hacerlas explícitas e introducir otras que conduzcan a (re)significar principios comunicativos y educativos, tanto en los alumnos como en los profesores (Jiménez & Sánchez, 2019).

2.3 Lógicas de la comunicación desde el diseño de mensajes

Stamp, Vangelists y Knapp (1994), citados en Forrest (2008), ven la comunicación verbal como un tipo estratégico de interacción social donde los comunicadores crean y modifican sus interpretaciones individuales, por la influencia de ese contexto social. Aglutinando posiciones de diversos autores, Forrest (2008), afirma que la comunicación puede tener tres lógicas distintas en el diseño de mensajes teóricos: expresiva, convencional, y retórica; y dependiendo de qué lógica un individuo emplea para comunicarse, se dice y se escucha su mensaje de forma muy diferente. Cada una de estas lógicas responde a creencias que determinan el propósito del individuo en el mensaje, en la elección del contexto del mensaje, en la gestión de la interacción y la evaluación de dicha interacción.

Forrest (2008), quien emplea la lógica de diseño expresivo, supone que la comunicación verbal

es el medio para expresar lo que piensa. Ante un evento comunicativo responde verbalmente, transmitiendo una reacción que cree clara y consciente; (...) quien usa esta lógica cree que los oyentes entienden el mensaje si habla abierta, directa y claramente. La comunicación se organiza en torno a reacciones inmediatas, es bastante literal, con poca distinción entre lo que es objetiva y subjetivamente relevante” (p. 24). En esta lógica, si algún oyente interroga o desafía al comunicador, “(...) este volverá a repetir su mensaje, incluyendo alguna adición de lo mencionado anteriormente” (Ídem). En la lógica de diseño expresivo de comunicación, cuando un alumno pregunta en la clase de matemáticas, el maestro responde desde su saber y experiencia, y así “(...) este maestro tenderá a repetir lo que dijo antes, tratando de ser más claro y organizado” (Ídem).

Para quien usa la lógica del diseño de mensaje convencional, comunicarse es participar en un juego con reglas determinadas; dice cosas que cree, son apropiadas, coherentes y significativas para la situación; escucha y evalúa la respuesta de los otros, continúa la comunicación a partir de la inferencia que hace sobre esas respuestas: “(...) el individuo juzga la comunicación exitosa cuando logra la respuesta por él esperada, siempre que todos estén de acuerdo con las reglas y normas de comunicación” (Forrest, 2008). Para este autor, el profesor de matemáticas que sigue la lógica de diseño convencional de comunicación se centraría en el uso de normas convencionales y prácticas de las matemáticas; aunque puede escuchar las respuestas de los alumnos, se mueve en la dirección que considera, y así puede no tener en cuenta ni las respuestas, ni las preguntas de sus alumnos.

Según O’Keefe (1988), citado por Forrest (2008), la lógica de diseño de mensajes retóricos se basa en la creencia que comunicar es crear y negociar situaciones sociales y los significados previstos de su mensaje no son fijos, son parte de la realidad social que se crea con los demás. A diferencia de las lógicas expresiva y convencional,

donde los mensajes son respuestas inmediatas, o respuestas convencionales a determinadas situaciones y donde no hay espacio para la negociación de significados, sino que prima un principio jerárquico; en la lógica de diseño de mensaje retórico están explícitamente diseñados para el logro de un objetivo determinado, donde las interpretaciones compartidas son recursos hacia la transformación de una situación en la búsqueda del objetivo deseado y donde la participación se da bajo el principio de negociación de la situación, como mediador de la comunicación. Aquí, "La comunicación exitosa es vista como una negociación fluida y coherente entre todos los participantes hacia un objetivo común deseado" (Forrest, 2008). Según este autor, una comunicación exitosa en el aula es aquella donde el maestro es facilitador de la interlocución y negociación de lo que interpretan los alumnos; los alienta al diálogo y estimula la negociación para la comprensión matemática; la comunicación es un proceso dinámico de negociación, donde las ideas de los estudiantes, la situación específica y los objetivos del profesor, todos se tienen en cuenta. Ante preguntas o interpelaciones el profesor no responde con declaraciones prescritas, es más reflexivo en sus interacciones con los estudiantes; además que en lugar de ver personas y situaciones como dadas en un sistema convencional de reglas, o ver un significado como fijo en los mensajes por su forma y contexto, el significado es producto de la negociación. El papel del maestro en este tipo de comunicación es crear el ambiente y las oportunidades para que los estudiantes hablen, discutan, negocien y compartan sus ideas.

Desde la perspectiva de la lógica de diseño de mensajes retóricos, el énfasis no está solo en que el maestro sea claro y organizado en la presentación de las matemáticas, ni en asegurar una respuesta deseada de los estudiantes. El cambio de enfoque está en permitir que tenga lugar una comunicación dinámica donde las negociaciones y el consenso de todas las partes sea el resultado deseado; esta idea es consistente con la lógica de diseño retórico del mensaje (Forrest, 2008).

3. La comunicación en clase de matemáticas

3.1 Categorías de comunicación en clase de matemáticas

Brendefur y Frykholm (2000), establecen cuatro categorías de comunicación en el salón de clase de matemáticas: unidireccional, contributiva, reflexiva e instructiva. En la unidireccional la comunicación está centrada en el profesor, que hace ver la matemática como un cuerpo estático de conocimiento. En la contributiva la interacción entre los alumnos y entre estos y el profesor se da para ayudar a encontrar los resultados y las soluciones a los problemas; la interacción es de naturaleza informal y correctiva. La categoría de comunicación reflexiva parte de la contributiva, los alumnos comparten con sus colegas y con el profesor sus estrategias y soluciones, las cuales son objeto explícito de discusión. En la categoría de comunicación instructiva, además de la interacción entre los alumnos y entre estos y el profesor, como en la categoría reflexiva, el profesor continuamente anima a los alumnos a la reflexión para modificar alguna idea poco acertada, que ellos pueden tener de un concepto o interpretación matemática, lo cual permite que el profesor entienda mejor los procesos de pensamiento matemático de sus estudiantes, sus fortalezas y sus limitaciones (Steffe & D'Ambrosio, 1995). Para Brendefur y Frykholm (2000), la comunicación en el salón de clase llega a ser instructiva cuando el profesor incorpora las ideas y conjeturas matemáticas de los alumnos; esto es, en la clase se hace más que compartir información, los alumnos se introducen en el discurso llamado matemáticas.

3.2 Algunos patrones y modelos de comunicación en el salón de clase de matemáticas

En su análisis sobre la comunicación en clase de matemáticas, Voigt (1995), identifica patrones de comunicación, y los define como los resultantes de las regularidades que se constituyen en las diversas formas de interacción comunicativa de los alumnos y el profesor en el espacio de la clase. Este

autor identifica dos patrones de comunicación en clase de matemáticas que llama: de extracción y de discusión. En el de extracción el profesor propone una tarea y espera que sus alumnos encuentren la respuesta, guiándolos a la solución; esto es, espera que los alumnos extraigan pequeñas dosis de conocimiento. En el patrón de discusión los alumnos resuelven un problema, el profesor hace preguntas, observaciones y reformulaciones hasta llegar a una solución válida. En el patrón de discusión los alumnos resuelven el problema presentado, hay espacio para la socialización de soluciones y para la discusión y argumentación de lo realizado. En el patrón de extracción, la solución a un problema es el fin, en cuanto que en el patrón de discusión la solución es el punto de partida.

Wood (2003) establece dos modelos de clase de matemáticas, que en este texto se asimilan a dos formas de comunicación: convencional y de reporte de estrategias. En el convencional, también llamado de comunicación esencial, el profesor generalmente coloca una pregunta o problema, pide que algún alumno responda, evalúa la respuesta o proceso como correcto o incorrecto y de ser incorrecta pregunta a otro alumno; no hay espacio para analizar por qué la respuesta es incorrecta, o en qué etapa del proceso se falló. Wood afirma que aquí hay apenas una comunicación escasa y trivial, porque sigue el típico esquema alumno-respuesta-evaluación y es una comunicación centrada en el profesor y en la esencia de la lección y donde los estudiantes son requeridos solo para llenar un cierto vacío; esto es, dar la respuesta; o al contrario, cuando el alumno no responde, el profesor llena ese vacío con la respuesta que él tenía en mente.

En el modelo de reporte de estrategias, Wood (2003), identifica que hay espacio para detallar las soluciones, las experiencias, los hechos y los procesos de resolución del problema o de la búsqueda de la respuesta, animados por una razón crítica. En este espacio de comunicación hay una responsabilidad compartida, hay reconocimiento, comprensión, aplicación y construcción colectiva. Aquí la evaluación se ve como un proceso donde

se pregunta y se responde con argumentos, a diferencia del modelo convencional, donde solo se pregunta, se responde, y luego se califica.

3.3 Otras formas de ver la comunicación en clase

Algunos investigadores, al considerar la comunicación como esencial en la clase de matemáticas, hablan de: ambientes de aprendizaje, modelos instruccionales y otros. Bauersfeld (1995), citado por Godino y Linares (2000), identifica tres ambientes de aprendizaje, que llama: individualista, interaccionista y colectivista. En el ambiente individualista el sujeto –estudiante– es el único actor responsable por su aprendizaje y los significados se generan en su mente, individualmente. En el ambiente colectivista el aprendizaje consiste en la enculturación de estructuras sociales preexistentes y los significados son atributos de la mente colectiva de una sociedad históricamente constituida, y se producen con el lenguaje como mediador. En el ambiente interaccionista los significados se constituyen en las interacciones de los individuos, como manifestación de la cultura.

Genovard y Gotzens (1990), citado por Godino (s.f), desde la psicología, hablan de modelos instruccionales de enseñanza, y los clasifican en tres: el interaccionista cognitivo, el interaccionista social y el interaccionista contextual. En el interaccionista cognitivo la instrucción es básicamente un intercambio de información entre el profesor y sus alumnos en la cual la interacción se da entre los contenidos y las habilidades cognitivas del alumno; y el aprendizaje se manifiesta en la asimilación, modificación y acomodación en estructuras mentales. En el interaccionista social, basado en las propuestas de Vigotsky (1988), se destaca el papel de los sujetos facilitadores (expertos) que intervienen en el proceso de instrucción de los aprendices (novatos); aquí la mediación se hace a través del lenguaje, como componente de la cultura. En el interaccionista contextual, se destaca el papel central de la interacción entre los sujetos, como la base de la enseñanza, pero donde el contexto es tenido en cuenta.

Sierpinska y Lerman (1996), a pesar de no mencionar patrones o tipos de comunicación, identifican tres espacios de comunicación en el salón de clase de matemáticas, relacionados a tres escuelas y teorías: el constructivismo, el enfoque sociohistórico y el interaccionismo. Para diferenciarlas usan metáforas. Para el constructivismo proponen la metáfora “los alumnos hablan, el profesor escucha” y el aprendizaje es sinónimo de procesos de asimilación y modificación de estructuras cognitivas del alumno. En el enfoque sociohistórico, “los profesores hablan, los alumnos escuchan” y el aprendizaje es una enculturación; y en el interaccionismo, la metáfora es “profesores y alumnos en diálogo”, y tanto los procesos individuales, como los procesos sociales generan el sentido y el significado.

Copb, Perlwitz y Wnderwoor–Gregg (1998), identifican dos ambientes de aula: tradicional y micro-cultura del salón de clase. En el ambiente tradicional el profesor encarna la autoridad de la matemática y de la escuela, y actúa en consecuencia. Otros investigadores también mencionan ambientes de aprendizaje con las mismas características (Brendefur & Frykholm, 2000; Skovsmose & Valero, 2012). En el ambiente micro-cultura del salón de clase el profesor y los alumnos crean esa micro-cultura a través de la interacción; ambiente que también es identificado por Gómez (1998), y por Bishop (1999). Este ambiente es propicio para la indagación y la investigación matemática, en una comunidad que aprende. En este último ambiente del salón de clase hay dos niveles en el trabajo adelantado, uno de exploración de interpretaciones, respuestas y conjeturas; y otro de análisis, juicio, debate y evaluación de las mismas (Coob, Perlwitz & Wnderwoor–Gregg; 1998).

3.4 La pregunta mediada por la comunicación

Meneses (2004), identifica cinco patrones de interacción cuando el profesor pregunta en la clase de matemáticas, así: “(...) de recitación, de embudo, de extracción, de focalización y de discusión”. El patrón de recitación se ajusta al mismo

modelo convencional de comunicación (Wood, 2003), ya descrito anteriormente, donde la clase sigue el esquema pregunta – respuesta – evaluación. El profesor pregunta, elige a un alumno para dar la respuesta, el profesor la evalúa como correcta o incorrecta; de ser incorrecta pregunta a otro alumno o él da la respuesta, y pasa luego a la cuestión siguiente. En el patrón del embudo el profesor coloca una pregunta y, si los alumnos presentan dificultades para responderla, formula nuevas preguntas más sencillas, en un proceso de refinamiento, buscando que los alumnos lleguen a la respuesta.

El patrón de extracción sigue las mismas etapas del anterior, pero al final el profesor y los alumnos evalúan todo el proceso. El patrón de focalización sigue las mismas etapas del de extracción, pero el profesor, al hacer preguntas más simples que ayudarían en la solución, centra sus cuestiones en aspectos más críticos y delega en sus estudiantes la responsabilidad de comunicar sus resultados. En el patrón de discusión, la novedad es el trabajo en grupo; un alumno presenta la solución encontrada por el grupo, a lo cual el profesor interroga con el objeto de hacer más clara la respuesta del grupo, hasta que esta sea aceptada por todos los alumnos. Es de destacar que en este patrón se discuten las respuestas e interpretaciones.

4. Conclusiones

A pesar que en las clases de matemáticas el profesor no sea consciente de cómo es la comunicación con sus estudiantes, hay evidencia, según los estudios ya relatados, que el tipo de comunicación que sucede determina en gran medida el aprendizaje de los alumnos. Los estudios muestran que la comunicación que se da en el salón de clase varía, desde aquella tradicional y unidireccional en que el profesor sólo presenta información, como un pretendido mensaje a través del lenguaje matemático; hasta otra, en la cual en el salón de clase hay un ambiente de indagación matemática, de formación, presentación y negociación de significados, con una comunicación multidireccional, en

una pequeña comunidad en donde todos aprenden de todos, inclusive el profesor. Esto es lo que Lave y Wenger (1991), llaman una comunidad de práctica.

Las investigaciones permiten percibir la diversidad de posibilidades de ver la comunicación en la clase; asimismo, muestran opciones para mejorarla. De tal forma que puede afirmarse que una buena comunicación parte del tipo de mensaje que el profesor presente en su aula, y según lo expuesto sería un tipo de mensaje retórico (Forrest, 2008).

La dinámica de la comunicación podría asumirse siguiendo la categoría instructiva (Brendefur & Frykholm, 2000), o el patrón de discusión (Voig, 1995), o el modelo de clase de reporte de estrategias de Wood (2003), o el ambiente llamado micro-cultura del salón de clase (Cobb, Perlwitz & Wnderwoor–Gregg, 1998), o aún el patrón de interacción presentado por Meneses (2004). Se observa cómo, a pesar de la diferencia en los nombres de los modos de ver una buena comunicación en la clase de matemáticas, éstas convergen en un tipo de clase donde se escucha y analiza las respuestas de todos, hay espacio para la argumentación y validación y la evaluación adquiere su verdadero sentido, como otra posibilidad de aprendizaje. Una clase con estas características se convertiría en una comunidad de aprendizaje (Wenger, 1998), involucrada en la práctica del discurso matemático (Sfart, 2002).

La investigación en esta área tiene aún mucho por hacer en la búsqueda de soluciones a los problemas básicos de los salones de clase, como: alumnos desmotivados, reprobación y abandono de la escuela, y una escuela que algunas veces puede no cumplir totalmente con su función. Se percibe que la investigación en el salón de clase está muy centrada, a veces sólo en la psicología (cognitivism), y otras veces en la sociología o en la antropología (Chevallier, 1985; Bishop, 1999; 2005), o en las propias matemáticas (Brousseau, 1998; Ponte, 2001). Se percibe que parecen faltar investigaciones con referentes comunes, tanto en: la psicología, en la

sociología, en la antropología, y en las propias matemáticas; tema que queda abierto para futuras investigaciones.

Referencias

- Artigue, M. (1990). Epistémologie et didactique. *Reserches en didactique des mathématiques*, 10 (23), 241-286.
- Baroody, A. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, k-8: Helping children think mathematically*. New York, USA: Macmillan.
- Bakhtin, M. (2000). *Estética da criação verbal*. Terceira Edição. São Paulo, Brasil: Martins Fontes.
- Bauersfeld, H. (1995). Language games' in mathematics classroom: Their function and their effects. En: Cobb, P., & Bauersfeld, H. (eds.). *The Emergence of Mathematical Meaning: Interaction in Classroom Cultures*, 271–292. New York, USA: Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale.
- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural*. Barcelona, España: Ediciones Paidós.
- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communications in the classroom: two preservice teachers' conceptions and Practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3 (2), 125-153. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/227215076_Promoting_Mathematical_Communication_in_the_Classroom_Two_Preservice_Teachers'_Conceptions_and_Practices
- Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 7 (2), 33-115. Re-

cuperado de: <http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/AAR99135.htm>

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble, Francia: La Pensée Sauvage Éditions.

Brousseau, G. (2000). Educación y didáctica de las matemáticas. *Educación Matemática*, 12 (1), 5-38. Recuperado de: <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol12/1/03Brousseau.pdf>

Chevallier, Y. (1985). La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado.

Cobb, P., Perlwitz, M., & Underwood-Gregg, D. (1998). *Individual construction, mathematical acculturation and the classroom community*. Ed: Larochelle, M., Bernarz, N., and Garrison, J. Constructivism and Education. 63-80. Cambridge University Press.

D'Amore, B. (2007). El papel de la Epistemología en la Formación de Profesores de Matemática de la Escuela Secundaria. *Cuadernos del Seminario en Educación*, N. 8. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Fiorentini, D., Sousa, A., & Melo, G. (2000). Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. Cartografias do trabalho docente. *Geraldi et al. (Org)*. Campinas, Brasil: Mercado de Letras.

Forrest, D. (2008). Communication theory offers insight into mathematics teacher talk. *The Mathematics Educator*, 18 (2), 23-32. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ841571.pdf>

Godino, J. (s.f). Hacia una teoría de la instrucción matemática significativa. Documento de trabajo del curso de doctorado "Teoría de la educación Matemática". Recuperado de: <http://www.ugr.es/local/jgodino> Consultado en 10/10/2010.

Godino, J., & Linares, S. (2000). El Interaccionismo Simbólico en Educación Matemática. *Revista Educación Matemática*, 12 (1), 70-92. Recuperado de: https://www.ugr.es/~jgodino/fundamentos_teoricos/Godino_Llinares_Interaccionismo.PDF

Goizueta, M. (2015). *Aspectos epistemológicos de la argumentación en el aula de matemáticas* (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona.

Gómez, I. (1998). Matemáticas y contexto. *Apuntes IEPS*, n. 64. Madrid, España: Narcea.

Gonçalves, M., & Fernandes, J. (2010). A comunicação promovida por futuros professores na aula de matemática. *Zetetiké*, 18 (34), 109-154. doi: <https://doi.org/10.20396/zet.v18i34.8646681>

Goñi, J., & Planas, N. (2011). *Interacción comunicativa y lenguaje en la clase de matemáticas*. En J. Goñi, Didáctica de la Matemática, 167-197. Barcelona, España: Grao.

Hernández-Suárez, C., Prada-Núñez, R., & Gamboa-Suárez, A. (2017). Conocimiento y uso del lenguaje matemático en la formación inicial de docentes en matemáticas. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7 (2), 287-299. doi: <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6071>

Jiménez, A., Suárez, N., & Galindo, S. (2010). La comunicación: eje en la clase de matemáticas. *Praxis & Saber*, 1 (2), 173-202. doi: <https://doi.org/10.19053/22160159.1104>

Jiménez-Espinosa, A. (2002). *Quando professores de matemática da escola e da universidade se encontram: ressignificação e reciprocidade de saberes* (Tesis doctoral). Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP): Campinas SP – Brasil.

Jiménez, A. (2011). A Pesquisa sobre comunicação em sala de aula de matemática. Informe de pes-

quisa de Pós-doutorado em Educação. Campinas (SP - Brasil): Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Jiménez-Espinosa, A., & Sánchez-Bareño, D. M. (2019). La práctica pedagógica desde las situaciones a-didácticas en matemáticas. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (2). doi: 10.19053/20278306.v9.n2.2019.9179

Kilpatrick, J. (1992). A history of Research in Mathematics Education. Grouws, D. (Ed.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. 3-38. New York, USA: MacMillan.

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge, USA: Cambridge University Press.

Lerman, S. (2006). Socio-cultural research in PME. *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics: past, Present and Future*, 347-366. Rotterdam-Tapei: Sense Publishers.

Lester, E. (1987). *Why is problem solving such a problem? Reactions to set of Research Papers*. PME, Montreal.

Lizcano, E. (1993). *Imaginario colectivo y creación matemática: La construcción social del número, el espacio y lo imposible en China y en Grecia*. Universidad Autónoma de Madrid. Gedisa Editorial.

Martínez-López, L., & Gualdrón-Pinto, E. (2018). Fortalecimiento del pensamiento variacional a través de una intervención mediada con TIC en estudiantes de grado noveno. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 9 (1), 91-102. doi: 10.19053/20278306.v9.n1.2018.8156

Meneses, L. (1999). *Matemática, linguagem e comunicação. Atas do Encontro Nacional de Professores de Matemática*. (ProfMat, 99). Portimão, Portugal. Recuperado de: <http://www.educ.fc.ul/docentes/>. Consultado em 07/11/2009.

Meneses, L. (2004). *Investigar para ensinar Matemática: Contributos de um projeto de investigação colaborativa para o desenvolvimento profissional de professores* (Tesis doctoral), Lisboa, Portugal: Universidad de Lisboa.

Ministerio de Educación Nacional (2017). *Reporte de la excelencia*. Recuperado de: <https://diae.mineducacion.gov.co/diae/documentos/2017/115087000208.pdf>

National Council of Teachers of Mathematics, NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston. VA.

Ponte, J., Boavida, A., Graça, M., & Abrantes, P. (1997). *Didáctica da Matemática*. Lisboa, Portugal: Ministério da Educação.

Ponte, J. (2001). *Investigating mathematics and learning to teach mathematics*. Lin, F., & Cooney T. (Orgs); Making sense of mathematics teacher education, 53 – 72. Dordrecht: Kluwer.

Ponte, J., Guerreiro, A., Cunha, H., Duarte, J., Martinho, H., Martins, C., Menezes, L., Menino, H., Pinto, H., Santos, L., Varandas, J. M., Veia, L., & Viseu, F. (2007). A comunicação nas práticas de jovens professores de Matemática. *Revista Portuguesa de Educação*, 20 (2), 39-74. Recuperado de: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rpe/v20n2/v20n2a03.pdf>.

Roig, A., Llinares, S., & Penalva, M. (2010). Aprendiendo sobre la comunicación matemática. Características de las estructuras argumentativas de estudiantes para profesor de matemáticas en un entorno on-line. En: M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, & T. Sierra (Eds.); *Investigación en Educación Matemática; XIV*, 533-543. Lleida, España: SEIM.

Sfard, A. (2002). There is more to discourse than meets the ears: looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational Studies in Mathematics*, 46,

13–57. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1014097416157>

Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating*. New York, USA: Cambridge University Press.

Shoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, USA: Academic Press.

Sierpinska, A., & Lerman, S. (1996). Epistemology of mathematics and of mathematics education. In: A. J. Bishop et al. (Eds.). *International Handbook of Mathematics Education*, 827-876. Dordrecht, NL: Kluwer, Academic Publ.

Sierpinska, A. (1998). Three epistemologies, three views of classroom communication: Constructivism, sociocultural approaches, interactionism. In: Steinbring, H., Bartolini, M., & Sierpinska, A. (Eds.), *Language and communication in the mathematics classroom*, 30 – 62. Reston, VA: NCTM.

Skovsmose, O., & Valero, P. (2012). *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Steffe, L. & D'Ambrosio, B. (1995). Toward a working model of constructivist teaching: A reaction to Simon. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26, 114-145. Recuperado de: https://www.jstor.org/stable/749206?seq=1#page_scan_tab_contents

Steinbring, H. (2005). *The construction of new mathematical knowledge in classroom interaction: An epistemological perspective*. New York, USA: Springer.

Thompson, A. (1992). Teachers' belief and conceptions: a synthesis of the research, In: Growus, D. (Org.). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, 127–146. New York, USA: MacMillan.

Vygotsky, L. S. (1998). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Grijalbo.

Vilalba, R. (2006). *Teoria da comunicação: conceitos básicos*. São Paulo, Brasil: Ática.

Voigt, J. (1995). Thematic patterns of interaction and sociomathematical norms. In: Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*, 163 - 202. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge, USA: Cambridge University Press.

Wood, T. (2003). Complexity in teaching and children's mathematics class. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (2), 171-191. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/5bc9/c1eea4d5586e656c6d6715b49aece3e78ad8.pdf>