

CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO EN SECUNDARIA: EL PAPEL DE LA DEFINICIÓN, LA DEMOSTRACIÓN Y EL USO DEL LENGUAJE MATEMÁTICO

María Alejandra Chacón Fonseca
Universidad Estatal a Distancia
mchacon@uned.ac.cr

RESUMEN

A nivel nacional, parte de la problemática de la enseñanza de la matemática en secundaria, radica en deficiencias relacionadas con el uso correcto de la simbología matemática, la demostración y la formalización de los conceptos matemáticos (uso de la definición en forma apropiada, por parte de los docentes de secundaria en sus clases), aspecto que disminuye las oportunidades de estudiantes egresados, de continuar sus estudios superiores de manera competitiva en matemáticas avanzadas o carreras afines, de igual forma no se promueve la igualdad de oportunidades y promoción social.

PALABRAS CLAVES

Enseñanza de matemática en secundaria, uso del lenguaje matemático, formalización de conceptos, demostración y definición.

INTRODUCCIÓN

El lenguaje matemático en la formación de los estudiantes involucra la simbología, caracteres gráficos y la estructura que se debe emplear en las clases de matemática, de forma que:

al educar matemáticamente a las personas, también, se les inculque la idea de que, la teoría matemática es hermosamente útil como herramienta para la resolución de problemas y más aún, a la hora de modelar y describir situaciones innumerables de la realidad. Por tanto, aunque parezca trivial, vale la pena fomentar una cultura más amplia alrededor de la educación en esta disciplina, una cultura donde se piense que: “En matemática es importante tanto la teoría como la práctica”. (Zamora y Méndez, s.f., p.2)

En muchas ocasiones, la deficiencia en el uso del lenguaje matemático por parte del docentes y estudiantes, se debe a que no se aprendió durante la secundaria, se pone en evidencia esta carencia a nivel preuniversitario y universitario, dejando de manifiesto problemas para comprender nuevos conceptos que se introducen, dificultades de comunicación entre el profesor y alumno, situación que genera rechazo y antipatía por la matemática y situaciones difíciles de mejorar.

Ortega y Ortega señalan que “El conocimiento y uso del lenguaje matemático es totalmente necesario, siendo la mejor, y por otra parte única manera de comunicación en esta ciencia, debido a su exactitud.” (s.f, p.2).

OBJETIVO GENERAL

Conocer la percepción de los docentes de matemática, sobre la prioridad que asignan los nuevos programas a la comunicación matemática, así como la percepción por parte de los estudiantes, mediante el empleo correcto del lenguaje, uso de definiciones y demostraciones acorde al nivel y gradualidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Indagar las principales deficiencias detectadas en los estudiantes en la construcción del conocimiento y forma de comunicarse matemáticamente.
2. Explorar los principales cambios en la metodología de enseñanza efectuados por los docentes en la construcción del conocimiento matemática en el aula, a la luz de nuevos programas.
3. Comprender la percepción docente sobre la comunicación matemática a la luz de los nuevos programas de Matemática, según la metodología de enseñanza implementada, en empleo correcto del lenguaje, uso de definiciones y demostraciones acorde al nivel y gradualidad.

MARCO TEÓRICO

La enseñanza formal de la matemática a nivel de secundaria es esencial, así

como la parte instrumental, sin dejar de lado el simbolismo y la estructura matemática, esto para evitar o reducir la brecha entre una matemática tecnicista y una matemática teoricista pues como señalan Ortega y Ortega, “una gran parte del fracaso de muchos alumnos reside en la dificultad que encuentran en entender lo que se les quiere contar.” (Ortega y Ortega, s.f., p. 5)

La simbología matemática está repleta de signos o caracteres gráficos (como por ejemplo: \forall , \exists , \Leftrightarrow , \cong , $/$, \in , \subset , etc.), que son como las “palabras” de un idioma. Estas deben ser conocidas con el objeto de poder interpretar lo que se quiere decir con ellas, al tiempo que se deben utilizar para decir lo que se quiera. Cada uno de estos símbolos utilizados en matemáticas, son necesarios para la perfecta construcción de ideas, de manera que la sustitución de alguno de ellos por otro diferente, aunque sea gráficamente parecido, cambiaría totalmente el significado. Es decir, todas y cada una de las “palabras” matemáticas tienen un significado particular, no existiendo la posibilidad de sinónimos. (Ortega y Ortega, s.f, p.4).

Se enseña matemática por “su alto valor formativo, porque desarrolla las capacidades de razonamiento lógico, simbolización, abstracción, rigor y precisión que caracterizan el pensamiento formal.” (Rico. s.f, p.10)

La utilidad práctica de la matemática se destaca ya que está presente en toda forma de expresión humana, permiten representar en entorno mediante la codificación, de forma que se comprenda, analice y se pueda actuar o predecir sobre el mismo entorno.

“Al describir un fenómeno en términos de un modelo matemático, se pueden inferir conclusiones lógicas sobre el modelo que predicen el comportamiento futuro del fenómeno, y de ahí conjeturar los cambios que se pueden producir o las regularidades que se van a mantener” (Rico. s.f, p.10)

La matemática como lenguaje proporciona la formación intelectual de los alumnos, permitiendo un desarrollo continuo, progresivo, poniendo de manifiesto la capacidad de expresión y dominio del lenguaje matemático y su capacidad de

análisis lógico matemático, en este sentido “el lenguaje matemático debe ser presentado poco a poco, día a día, progresivamente, de manera que su utilización sea habitual y no se produzca un cambio tan brusco” (Ortega y Ortega, s.f, p.9).

Las matemáticas son un elemento básico de la cultura, constituyen un medio de comunicación social, humano y científico; son una herramienta de la cultura ya que la interpreta mediante el lenguaje y formalismo matemático, el pensar matemático consiste en expresar situaciones humanas mediante el simbolismo lógico, espacial, cuantificable, cuando esto se enseña de forma obligatoria en secundaria se denomina proceso de endoculturación o educación matemática que incluye tres niveles o ámbitos, según Rico que son:

- 1) La alfabetización matemática básica sobre formas, números y relaciones.
- 2) Perfeccionamiento matemático, conocimientos socialmente necesarios para desenvolverse en algún puesto profesional de cualificación media.
- 3) Especialización, este nivel no es parte de la escolaridad obligatoria, solo es necesario en algunos sectores sociales y profesionales con un nivel de responsabilidad mayor en áreas como la economía, la ciencia, el desarrollo tecnológico y la cultura, que accedan a él, ya que el nivel de complejidad es alto, significa entonces esto que el nivel de especialización está destinado a ser aprendido por una élite o un grupo cognoscitivamente privilegiado.

Se busca que la matemática sea una disciplina promotora de la igualdad básica, necesaria para la promoción social mediante la democratización del conocimiento especializado de la matemática, de forma que permita un mayor desarrollo científico y tecnológico.

En Costa Rica los programas de estudio establecen para primaria y secundaria, cinco áreas de habilidades específicas a desarrollar: Números, Medidas, Geometría, Relaciones y Álgebra y Probabilidad y Estadística. Se estudia el lugar

que se le asigna a dos ejes disciplinares: el uso de la tecnología y el uso de la historia de la matemática en función de la construcción de los aprendizajes, asociados con los conocimientos y habilidades matemáticas. Según el Ministerio de Educación Pública, el enfoque principal que se pretende es mediante

la fusión de dos de sus ejes disciplinares: Resolución de problemas, y Contextualización activa. Los otros ejes son: Potenciar actitudes y creencias positivas, Uso inteligente y visionario de tecnologías y Uso de historia de las Matemáticas. Los ejes dan orientaciones macro para la implementación curricular... El currículo propone cinco procesos matemáticos centrales: Razonar y argumentar, Plantear y resolver problemas, Comunicar, Conectar y Representar (MEP, 2012, pp. 24-26).

Se busca a la luz de los nuevos programas, que los estudiantes estén en capacidad de comunicar sus ideas mediante el lenguaje matemático, lo que implica el desarrollo del formalismo de éste, como medio de comunicación del conocimiento matemático, en donde el reto docente es el de estimular la comunicación del pensamiento concreto al abstracto, mediante el uso del lenguaje matemático, definiciones y demostraciones.

Es necesario que los estudiantes construyan demostraciones según en nivel en el cual se encuentren, el propósito es enfrentar a los estudiantes a situaciones en las cuales ellos puedan construir el conocimiento: “se busca un conocimiento matemático y desarrollo de habilidades en un nivel adecuado para el alumno, para que éste se involucre en un quehacer matemático y, entre otras cosas, desarrolle un conocimiento funcional de la matemática.” (Larios, 2013, p.10).

METODOLOGÍA UTILIZADA

Se realizó la investigación bajo el enfoque cualitativo, con el objeto de conocer la percepción de siete docentes de secundaria de séptimo nivel, por ser el primer año de la secundaria en el cual se deben formar las bases del formalismo matemático, empleando conocimientos de entrada que poseen los estudiantes en

transición de la primaria a la secundaria. Para la investigación se seleccionaron cinco docentes que laboran en instituciones públicas y dos en centros privados. Según los objetivos de la investigación se establecen tres categorías de análisis con sus respectivas subcategorías:

- 1) Deficiencias detectadas en la construcción del conocimiento y forma de comunicarse matemáticamente por parte de los estudiantes: comunicación matemática, uso del lenguaje, definiciones y demostración.
- 2) Cambios en la construcción del conocimiento en matemática, a la luz de nuevos programas, efectuados por los docentes: planeamiento, metodología, recursos, unidad didáctica, tiempo, otros.
- 3) Prioridad que asignan los nuevos programas de Matemática a la comunicación matemática: percepción docente.

Para el logro de los objetivos específicos y el general se realizaron un mínimo de tres entrevistas a profundidad y un máximo de cinco en los casos que necesarios, también observaciones de clase en diferentes espacios de tiempo, con el objeto de saturar información, eliminar y validar categorías emergentes.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Sistema educativo costarricense a nivel de secundaria: contextualización del uso de la simbología matemática precisa y la formalización de conceptos en la enseñanza de la matemática

A nivel nacional, en secundaria los programas han variado en cuanto a su enfoque metodológico, se busca una matemática más realista o contextualizada que facilite el aprendizaje, en donde requiere del docente un rol de facilitador, motivador, capaz de integrar áreas de conocimiento y habilidades, estimulando en los estudiantes la capacidad de plantear y resolver problemas, comunicar, conectar y representar.

En estudios universitarios, las carreras que incluyen en sus programas cursos de matemática demandan el dominio y manejo del lenguaje formal, lo que pone en evidencia la importancia del formalismo matemático, lo que Ortega, J. y Ortega, J. denomina “lenguaje matemático”. Esta demanda responde a requerimientos internacionales, sin embargo, una de las principales deficiencias detectadas es la carencia de parte de algunos estudiantes en cuanto a la forma de comunicarse matemáticamente, de darse a explicar, de exponer lo que entiende o aprende, la sistematización, capacidad para realizar inferencias, conjeturas, demostraciones, verificaciones entre otros aspectos.

Si se analizan los libros de texto empleados a nivel de secundaria, se puede ver como la mayoría de ellos antes al 2014 se limitaban a listas grandes de ejercicios, que involucraban procesos de resolución mecánica, carecían del uso del lenguaje matemático, definiciones, sin soluciones alternativas que involucraran alguna demostración formal. Esta situación llevó a que el docente se enfocara en resolución de listas de ejercicios dejando de lado las definiciones, lenguaje y demostraciones y sus repercusiones se ven a nivel universitario.

Desde entonces y bajo los lineamientos de los nuevos programas, encontramos diversos libros en donde la metodología radica en la resolución de problemas del quehacer cotidiano, esto motiva y exige al docente a buscar diversas alternativas y estrategias novedosas y al apego al lenguaje matemático, situación que demanda más de los docentes, los cuales se han resistido a la propuesta por considerar que es imposible ponerla en práctica. (Comunicación Oral)

Con los nuevos programas de matemática, se da énfasis a la comunicación del conocimiento en matemática por parte de los estudiantes, mediante el empleo correcto del lenguaje, uso de definiciones y demostraciones acordes al nivel y gradualidad.

Se puede ver como a nivel nacional en los programas del Ministerio de Educación Pública 2012, se establece como aspecto fundamental, la importancia de la comunicación de los aprendizajes mediante el apropiado uso lenguaje matemático, lo que muchos llaman la importancia de la alfabetización matemática, con miras a democratizar el conocimiento matemático.

A la luz de los nuevos programas, se establece la obligatoriedad de fomentar el formalismo en matemática al enseñar, todo docente de matemática ha aprendido en sus cursos universitarios ese formalismo, pero ahora debe enseñarlo desde los primeros cursos de secundaria, incluso se puede ver como ya todos los libros de texto han evolucionado en términos de inclusión de un mayor uso del lenguaje, expresiones matemáticas, definiciones, conjeturas, demostraciones. El docente frente a un grupo es el ejecutor, su actitud influye para que se lleve a cabo los procesos de enseñanza del lenguaje matemático, definiciones, demostraciones entre otros aspectos, ya que omite o evita la enseñanza, porque aún lo ve como un tema adicional al currículo. Considera que es de difícil acceso para los alumnos y no lo visualiza como parte del día a día de la labor docente de matemática, que debe enseñar de forma natural y gradual.

Siete docentes de secundaria, que enseñan en séptimo nivel, cinco de ellos de instituciones públicas y dos de instituciones privadas, señalan que raíz de los nuevos programas han debido realizar cambios, específicamente en el uso del lenguaje matemático y las definiciones:

- Cuatro docentes, apuntan que a nivel de entrega docente, el uso del lenguaje matemático y las definiciones no son importantes, que lo más importante es que el alumno comprenda el concepto y realice la parte operativa,
- Dos de los docentes consideran que, sí es fundamental, que lo enseñan en sus clases, pero no es lo medular de los procesos de enseñanza, indican que es muy importante el lenguaje para la construcción del

conocimiento y para la comunicación del mismo, pero que de la mano va la seguridad de los estudiantes, la traslación de conocimientos a otras áreas o disciplinas, y

- Un docente señala que, sin el lenguaje no hay correcta comunicación matemática, que se pierde la precisión del mensaje, cuando el emisor y receptor hablan diferente idioma.

Llama la atención que al preguntarle a los docentes sobre cambios efectuados en sus procesos de enseñanza, todos los entrevistados mencionan que: durante el 2016 se realizó por vez primera una prueba nacional estandarizada, que involucra los cambios curriculares a nivel metodológico y estructural, para la cual los docentes no contaban con material concreto sobre el tipo de pregunta, forma de contextualización, ni pruebas modelo. Ante ello el docente responsable, se vio en la necesidad de crear, investigar, adaptar, llenar vacíos a nivel de lenguaje matemático e incluso enseñar temas que se dejaron de lado en años anteriores, como el tema de estadística y probabilidad. Lo que generó en los docentes un conflicto cognitivo que les obligó a: leer, investigar, contextualizar contenidos, que en caso contrario si no se hubiese dado el cambio seguirían en su zona de confort, reproduciendo los mismos ejercicios de pruebas anteriores.

Todos los docentes consultados coinciden en que la importancia que asignan los nuevos programas de Matemática a la comunicación matemática, empleo correcto del lenguaje, uso de definiciones y demostraciones es alta y que la metodología de resolución de problemas viene a abrir espacios para que los estudiantes se comuniquen matemáticamente, lo que ha venido a reforzar el carácter del lenguaje matemático, que en muchas ocasiones se había dejado de lado.

Como señala Larios, la trasposición didáctica está en manos del docente, que es el que transforma el saber en objeto de enseñanza y éste tiene una serie de creencias, valores que permean su entrega docente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La incorporación de definiciones, lenguaje matemático, la demostración y la formalización a nivel de secundaria, permitirá mejorar la comunicación entre docente y estudiante, le facilitará al estudiante continuar aprendiendo nuevos conceptos, acceder a especializaciones universitarias con mayor fluidez, además de incentivar habilidades como la deducción, conjetura, interpretación, dominio y capacidad de comunicarse mediante la matemática.

El lenguaje se debe incorporar de manera progresiva y gradual en las clases de secundaria, acorde al desarrollo cognitivo de los alumnos. En muchas ocasiones esto debe hacerse independientemente de lo que haya sucedido en primaria o con desconocimiento docente de ello.

El docente debe emplear el lenguaje matemático como única vía de comunicación matemática, debe usar los símbolos, estructuras, interrelaciones en sus clases para comunicar con precisión, el rigor matemático es necesario.

El lenguaje matemático y uso de definiciones, son necesarios para la producción de conjeturas, argumentos y demostraciones. Por lo que se debe estimular un apropiado uso desde edades tempranas, y en este sentido es el docente quien debe tomar conciencia de su responsabilidad, de la necesidad de que sus alumnos estén en capacidad de producir, matemáticamente hablando, debe el docente seleccionar qué se demuestra y con qué sentido y profundidad.

Las deficiencias en la comunicación del conocimiento matemático debe subsanarse desde la primaria, llamando a los procesos por su nombre, para que, en etapas de la secundaria inferior o baja se trabaje en el uso de la definición y el lenguaje, como lo establecen los programas del Ministerio de Educación Pública, en donde se debe introducir el simbolismo, estructura, para que los alumnos al

ingresar a secundaria lo puedan visualizar como lenguaje natural, parte de la disciplina. En este sentido es vital el papel de las universidades como formadoras de maestras de primaria y por ende de docentes de secundaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Larios, V. (2003). SI NO LO DEMUESTRO.....¿ENSEÑO MATEMÁTICA?. Educación Matemática. Año, Vol. 15, número 002, Santillana, Distrito Federal, México, pp. 163-178.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2012). *Programas de Estudio Matemáticas. Educación General Básica y Ciclo Diversificado*. Costa Rica: autor. Recuperado de <http://www.reformamatematica.net/proyecto/docs/programas.pdf>
- Ortega, J. y Orte2ga, J. y (s.f). Matemáticas: ¿un problema de lenguaje? Instituto de Educación Secundaria "Diego Tortosa" de Cieza (Murcia). Recuperado de <http://150.214.55.100/asepuma/laspalmas2001/laspalmas/Doco06.PDF>
- Rico, L. (1998). *Concepto de currículo desde la Educación Matemática*. España: Revista de Estudios del Currículo. Universidad de Granada.
- Rico, L. (s.f.). *Consideraciones sobre el Currículo de Matemáticas para Educación Secundaria*. España: Universidad de Granada.
- Zamora, W. y Méndez, M. (s.f). Estrategias Didácticas. UCR Facultad de Educación. Recuperado de www.ucrfacultadeducacion.ucr.ac.cr