

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

El Conocimiento matemático para la enseñanza en el currículo de Perú de la formación inicial docente de Matemática

Gina Patricia **Paz** Huamán

Ministerio de Educación

Perú

gipaz@minedu.gob.pe

Candy Clara **Ordoñez** Montañez

Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática

Perú

candyclara_om@hotmail.com

Resumen

En el 2020 se ha publicado el nuevo Diseño Curricular Básico Nacional de la Formación Inicial Docente del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática como producto de las demandas del sistema educativo peruano. La elaboración del documento estuvo a cargo de la Dirección de Formación Inicial Docente del Ministerio de Educación como herramienta para la mejora en la formación profesional docente, que ha sido validado con expertos matemáticos y docentes formadores peruanos de diferentes instituciones de educación superior. La presente comunicación tiene como objetivo analizar la pertinencia sobre la incorporación del modelo del Conocimiento matemático para la enseñanza en el Diseño Curricular Básico Nacional. La metodología aplicada fue el estudio exploratorio con 61 docentes formadores de institutos y escuelas pedagógicas. Los resultados del estudio evidencian que la mayoría de los docentes están de acuerdo con la adopción del modelo en el nuevo currículo.

Palabras clave: Educación matemática; Educación superior; Currículo; Conocimiento matemático para la enseñanza; MKT; Perú.

Introducción

El currículo manifiesta las diversas visiones sobre la educación que tiene una comunidad de personas y responde a “qué, para qué y cómo educar en el contexto del proyecto de sociedad que se aspira construir” (Amadio *et al.*, 2013). La construcción del currículo es una negociación cultural entre diversos actores que articula sus visiones y demandas, y las plasma en una propuesta formativa (Ministerio de Educación, 2020). En el 2015, la Dirección de Formación Inicial Docente (DIFOID) del Ministerio de Educación (MINEDU) realizó una evaluación de los Diseños Curriculares Básicos Nacionales (DCBN) 2010 de la Formación Inicial Docente (FID) de Perú, entre ellos el de la carrera de matemática, para determinar si el documento se alineaba a los cambios dados en la Educación Básica Regular pues hay una fuerte relación entre la FID y la Educación Básica (Perrenoud, 2007) y si se estaba brindando una formación considerando los nuevos modelos de conocimiento del profesor propuesto por diferentes autores en el campo de la educación matemática (Godino, 2009). Los resultados de la evaluación hicieron evidente que se requería una reforma en la FID que posibilite una formación completa y adecuada a los futuros docentes de matemática (García, 2005), alineado a las políticas vigentes y a las demandas actuales del sistema educativo. En esta coyuntura, en el 2016 se emitió la Ley N° 30512 con reformas en los institutos y escuelas de educación superior y de la carrera pública de sus docentes. A partir de ello, se inicia la construcción de los DCBN de los diferentes programas de estudios en los que se definieron un modelo curricular para la FID que tiene como elemento constitutivo un perfil de egreso con competencias y estándares, enfoques transversales y componentes curriculares. El perfil de egreso de la FID quedó constituido por 12 competencias y dos niveles de desarrollo de dichas competencias (estándares FID), las cuales se deben alcanzar a través de los diferentes cursos y módulos del Plan de estudios.

El modelo curricular para la FID establece un plan de estudios con cursos y módulos organizados en tres componentes curriculares: formación general, formación específica y formación en práctica e investigación, los cuales buscan desarrollar el perfil de egreso de la FID en diez ciclos académicos. La formación general desarrolla las capacidades, habilidades y conocimientos que todo docente debe poseer, mientras que la formación específica desarrolla aprendizajes concernientes a la especialidad del nivel de secundaria y al de ser docente de matemática. Por otro lado, la Formación en práctica e investigación es un espacio de integración de las competencias desarrolladas en los componentes de formación general y formación específica donde el estudiante de FID entra en contacto con el entorno educativo en escenarios reales y reflexiona críticamente sobre su intervención pedagógica para plantear propuestas que mejoren la educación matemática y su desempeño profesional.

En el proceso de construcción del DCBN se revisaron currículos de FID de educación secundaria de la especialidad de matemática de diferentes países, se constató el uso de modelos tradicionales de formación con cursos de conocimientos disciplinares y otros cursos de conocimiento didáctico de la matemática, encontrándose una desarticulación entre ellos que puede deberse a que no se ha visualizado la necesidad de involucrar al estudiante en las prácticas pedagógicas al inicio de su formación (Pino-Fan *et al.*, 2018). En contraparte, en la revisión de investigaciones se encontraron diversos modelos que caracterizan los conocimientos que deberían tener los docentes de matemática para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes y que

la investigación de Sierra *et al.* (2012) pone de manifiesto la posibilidad de integrar las dimensiones tradicionalmente separadas en la formación de los profesores: matemática y didáctica. La revisión de la literatura y experiencias puso de manifiesto la necesidad de incorporar nuevos elementos en el modelo curricular para la FID.

La presente comunicación muestra, a manera de resumen, cómo se dio la construcción del DCBN en la especialidad de matemática y el análisis sobre la pertinencia de la incorporación del modelo del Conocimiento matemático para la enseñanza en el DCBN. Como parte del análisis se llevó a cabo un estudio exploratorio con 61 docentes formadores de la especialidad de matemática pertenecientes a universidades, institutos y escuelas pedagógicas del Perú en el que se recogió la opinión sobre la pertinencia de la aplicación del modelo en el DCBN. En ese sentido, se planteó la pregunta de estudio: ¿por qué incorporar el modelo del “Conocimiento matemático para la enseñanza” en el DCBN del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática?

Marco conceptual

Existen diferentes modelos que favorecen la vinculación entre los conocimientos matemáticos y los didácticos, entre ellos tenemos el de Ball *et al.* (2008) que proponen el modelo denominado “Conocimiento matemático para la enseñanza” (MKT por sus siglas en inglés), que presenta los diferentes dominios y subdominios del conocimiento matemático que debe tener un docente para enseñar y que su estudiante pueda aprender.

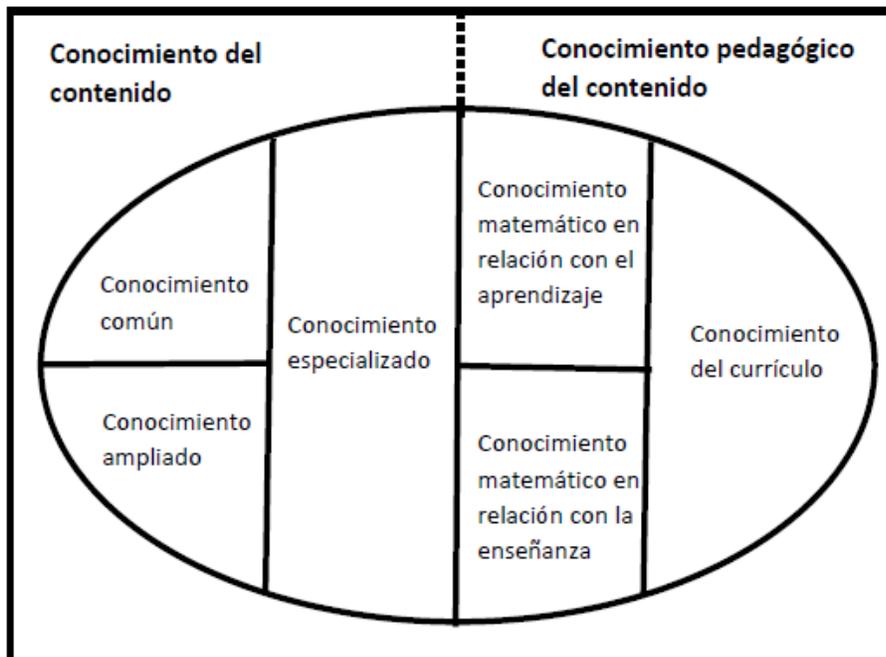


Figura 1. Esquema del Conocimiento matemático para la enseñanza.

Nota: De DCBN de la formación inicial docente. Programa de estudios de educación secundaria, especialidad matemática, por Ministerio de Educación, 2020, pág.59.

Cabe resaltar que el MKT ha jugado un papel importante en el desarrollo de investigaciones e implementaciones curriculares o programas de estudios para la formación de profesores (Godino, 2009).

Matrices de conocimiento matemático para la enseñanza

El DCBN del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática presenta cursos en el componente de formación específica que han sido diseñados articulando e integrando el conocimiento disciplinar y didáctico de la matemática, rompiendo el modelo tradicional de la FID de abordarlos por separado (Pino-Fan *et al.*, 2018). En cada uno de los cursos del componente de formación específica se ha elaborado una matriz de conocimiento matemático para la enseñanza que orienta con mayor precisión los desempeños que se esperan desarrollar en los estudiantes de FID, contando con un total de 16 matrices. Las matrices de conocimiento presentan desempeños atendiendo a los 6 subdominios del modelo del MKT (conocimiento común, conocimiento especializado, conocimiento ampliado, conocimiento matemático en relación con el aprendizaje, conocimiento matemático en relación con la enseñanza y conocimiento del currículo). En la figura 2, se presenta a manera de ejemplo, la matriz de desempeños del curso “El álgebra como herramienta modelizadora I” que se desarrolla en el ciclo VI.

Las matrices de conocimiento han sido utilizadas como insumo para describir los aprendizajes esperados en cada uno de los cursos del componente de formación específica, que contienen las diferentes dimensiones del modelo el MKT articulándolo con las competencias del perfil de egreso de la FID que cada curso debe desarrollar.

En la Figura 3, se muestra la descripción del curso “El álgebra como herramienta modelizadora I” que se publica en el DCBN y que fue elaborado a partir de la matriz de conocimiento mostrado en la figura 2. En color azul se destacan los aprendizajes referidos al conocimiento del contenido y en color rojo el conocimiento pedagógico del contenido. Cabe destacar que en este curso los aprendizajes descritos se enmarcan en el desarrollo de las competencias 1, 4 y 5 del perfil de egreso de la FID.

Curso: El álgebra como herramienta modelizadora I					
Conocimiento del contenido			Conocimiento pedagógico del contenido		
Conocimiento común	Conocimiento especializado	Conocimiento ampliado	Conocimiento matemático en relación con el aprendizaje	Conocimiento matemático en relación con la enseñanza	Conocimiento del currículo
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formula conjeturas respecto al término general y la suma de términos de sucesiones, las representa empleando símbolos algebraicos y las justifica. ▪ Representa las condiciones planteadas en una situación problemática mediante ecuaciones lineales y cuadráticas con una incógnita y con sistemas de ecuaciones lineales e inecuaciones lineales de dos incógnitas. ▪ Usa identidades algebraicas y técnicas de simplificación para obtener expresiones equivalentes. ▪ Comprueba equivalencias y argumenta los procedimientos seguidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconoce que las características principales del trabajo algebraico son la generalización, simbolización y transformación de expresiones. ▪ Conoce la utilidad de las herramientas algebraicas en la modelación de diversos fenómenos. ▪ Reconoce que las expresiones algebraicas permiten expresar generalizaciones. ▪ Comprende los distintos usos que se le dan al signo igual. ▪ Conoce la utilidad de las herramientas algebraicas en la resolución de problemas de ecuaciones e inecuaciones. ▪ Reconoce que las expresiones algebraicas permiten representar condiciones que satisfacen cantidades desconocidas. ▪ Comprende y explica las propiedades que se emplean al resolver ecuaciones e inecuaciones lineales y cuadráticas. ▪ Reconoce los diferentes tipos de representaciones que pueden tener las ecuaciones e inecuaciones y su conjunto solución. ▪ Reconoce la relación que existe entre distintos métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales, así como sus alcances, limitaciones. ▪ Identifica contextos intra y extramatemáticos que generan problemas que requieren de sistemas de ecuaciones o inecuaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconoce que los sistemas de ecuaciones lineales pertenecen a un campo de estudio denominado álgebra lineal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comprende que el razonamiento algebraico se desarrolla a través de actividades de generalización por lo que este se puede iniciar desde la primaria. ▪ Reconoce que uno de los orígenes de las dificultades que presentan los estudiantes al trabajar con el signo igual se debe a sus múltiples significados. ▪ Comprende que los errores que manifiestan los estudiantes al emplear expresiones algebraicas se debe a que no reconocen que deben hallar expresiones equivalentes. ▪ Reconoce que una de las transformaciones que resulta más compleja para los estudiantes es el paso del lenguaje natural al lenguaje algebraico y viceversa. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantea situaciones y problemas de complejidad creciente para desarrollar el razonamiento algebraico que demanden generalización, simbolización y transformación. ▪ Plantea estrategias para conducir al estudiante en el proceso de generalización, en el uso correcto de expresiones algebraicas, en la elaboración de conjeturas, su demostración y aplicación a otras situaciones, y cómo gestionar el error de los estudiantes para favorecer su aprendizaje. ▪ Conoce qué situaciones generan la necesidad de plantear un sistema de ecuaciones e inecuaciones y cuáles pueden resolverse por métodos aritméticos. ▪ Usa la noción de equilibrio como estrategia didáctica inicial para la comprensión y significado de las equivalencias e igualdades. ▪ Incorpora recursos tecnológicos en actividades para la representación de sistemas de ecuaciones, inecuaciones y de su conjunto solución. ▪ Plantea secuencias didácticas (laboratorio matemático, modelación matemática, cruz demostrativa, etc.) para lograr la comprensión de igualdades y desigualdades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conoce la competencia del Currículo Nacional “Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio” y sus cuatro capacidades. ▪ Conoce la progresión del aprendizaje de las igualdades y desigualdades, que se desarrolla a lo largo de la Educación Básica.

Figura 2. Matriz del curso “El álgebra como herramienta modelizadora I”.

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de las diferentes dimensiones del modelo del MKT.

En la publicación del DCBN 2020 del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática no se presentan las matrices de los 16 cursos del componente de formación específica, sin embargo, este es un material que actualmente está siendo utilizado en el proceso de implementación del DCBN.

Componente Curricular	Formación Específica			
Curso	EL ÁLGEBRA COMO HERRAMIENTA MODELIZADORA I			
Ciclo	IV	Competencias	1, 4 y 5	
Total de Horas	4 (2 horas de teoría, 2 horas de práctica)		Créditos	3
<p>El curso tiene por propósito que los estudiantes de FID profundicen su comprensión sobre las estructuras matemáticas del álgebra (grupo, cuerpo, y anillo) y del álgebra lineal (espacio vectorial) para que reconozcan e interrelacionen diversos objetos matemáticos estudiados en los cursos previos, así como para desarrollar estrategias que conduzcan y evalúen los aprendizajes de sus estudiantes de EB. Profundiza la comprensión de ecuaciones exponenciales, logarítmicas, trigonométricas y los sistemas de ecuaciones lineales con “n” incógnitas, por ejemplo mediante la resolución de problemas de optimización aplicando sistemas de ecuaciones e inecuaciones lineales de dos incógnitas; justifica los procedimientos empleados y establece conexiones entre estos conceptos y otros más generales. Identifica familias de problemas en sistemas con la misma estructura y estudia el efecto que tiene la modificación de uno de sus parámetros en la solución de los mismos. Además, reconoce los niveles de algebrización que presentan los estudiantes de EB en el desarrollo de tareas y reconoce los saberes previos que requieren para ello. Identifica los fenómenos que pueden ser estudiados a través de problemas que requieren ser modeladas con sistemas de ecuaciones e inecuaciones, incluyendo aquellos que pueden ser representados con recursos digitales. Finalmente, discute cómo adecuar o ampliar actividades de modo que demanden el desarrollo del razonamiento algebraico, a partir del análisis de las actividades propuestas en los textos de matemática de EB.</p> <p>Algunos de los desempeños específicos que se esperan alcanzar al final del curso son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Resuelve situaciones problemáticas de la vida diaria asociadas a sistemas de ecuaciones lineales y de programación lineal, y justifica sus procedimientos. Desarrolla acciones pedagógicas para la construcción de modelos con ecuaciones exponenciales, logarítmicas, trigonométricas o sistemas de ecuaciones o inecuaciones lineales brindando oportunidades para que los estudiantes elaboren sus propias ideas y exploren soluciones. Utiliza criterios explícitos para diseñar y aplicar tareas de evaluación en espacios de prácticas reales, e interpretar evidencias de aprendizaje de los estudiantes de EB sobre la identificación de familias de problemas sobre sistemas de ecuaciones lineales 2×2 y su conjunto solución. 				

Figura 3. Descripción del curso “El álgebra como herramienta modelizadora I”.

Nota: De DCBN de la FID. Programa de estudios de educación secundaria, especialidad matemática, por Ministerio de Educación, 2020, pág.97.

Metodología de trabajo

El punto de partida para la construcción del DCBN de la FID del programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática fue ajustar el modelo curricular que incluye el perfil de egreso, los componentes curriculares, enfoques transversales y los fundamentos curriculares para incorporar elementos que permitan vincular los conocimientos disciplinares y didácticos en los cursos del componente de formación específica. Para ello, se realizó la revisión de literatura y experiencias exitosas (nacionales y extranjeras) sobre FID en la especialidad de matemática. Para luego, construir una propuesta curricular con el apoyo de expertos nacionales en educación matemática y en diálogo con especialistas de diferentes direcciones del MINEDU. Posteriormente, la propuesta curricular fue sometida a validaciones externas con 9 profesionales peruanos de gran prestigio académico y experiencia profesional en la formación inicial de docentes de matemática de diferentes universidades del Perú, así como también por una muestra de 52 docentes formadores de institutos y escuelas de educación superior pedagógica que brindan la carrera de educación secundaria de matemática pertenecientes a 18 IESP de 7 regiones del Perú (Puno, Arequipa, Lima metropolitana, La Libertad, Cajamarca, Lambayeque y Ucayali).

Resultados

Los profesionales expertos y docentes formadores aportaron en un primer momento sobre la pertinencia de la adopción del modelo del MKT para la definición de los cursos del componente de formación específica (Tabla 1) y en un segundo momento sobre la claridad, pertinencia, suficiencia y coherencia de los cursos elaborados según el modelo del MKT.

Tabla 1

Opinión sobre la adopción del modelo del MKT en el DCBN de la FID del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática

Opinión	Profesionales expertos	Docentes formadores de IESP	Total
De acuerdo	78%	81%	79,5%
En desacuerdo	11%	17%	14%
No opina	11%	2%	6,5%

Nota. Elaboración propia a partir de los datos.

Cabe resaltar que más del 78% de los profesionales expertos y docentes formadores están de acuerdo que el modelo MKT, dado que consideran que responden a las demandas y expectativas de la FID.

Por otro lado, para el proceso de validación se aplicó una lista de cotejo con escala de valoración dicotómica que incluía un apartado para justificar la valoración realizada. Los aportes recogidos se sistematizaron y se analizaron para tomar decisiones de los ajustes a realizar al documento, entre los más relevantes se pueden señalar que se asume el modelo del MKT para la definición de los cursos que forman parte del componente de formación específica, que se incluye el curso de Matemática y pensamiento computacional, que se ajusta la denominación de los subdominios del modelo del MKT para que comunique la esencia de su definición, que se explicita el aspecto actitudinal en el modelo, que se incorpore la creación de problemas en la descripción de los cursos y que las matrices de conocimiento matemático para la enseñanza no formen parte del DCBN sino sea un material de apoyo en el proceso de su implementación. En marzo del 2020 se publica el DCBN del programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática.

Conclusiones

Respecto a la pregunta en cuestión ¿por qué se incorporó el modelo del “Conocimiento matemático para la enseñanza” en el DCBN del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática? Se concluye que el modelo favorece a la articulación de los conocimientos disciplinares y didácticos de la matemática en los cursos del componente de formación específica del Programa de estudios de educación secundaria de la especialidad de matemática de Perú. Es más, en los resultados del estudio exploratorio, los profesionales expertos y docentes formadores de IESP desde su experiencia y formación profesional validan el uso favorable del modelo MKT en el DCBN.

El modelo del MKT fue utilizado para describir los 16 cursos del componente de Formación específica, integrando el conocimiento del contenido matemático con los aspectos pedagógicos articulados a las competencias del Perfil de egreso de la FID.

Por último, actualmente se está realizando el proceso de implementación de los DCBN en los diferentes institutos y escuelas de educación superior pedagógica del Perú. La DIFOID, en el 2021 procedió con la Fase I de la implementación del DCBN con el objetivo que los diferentes actores del sistema educativo se apropien de aspectos generales del cambio curricular y en el 2022 inició la Fase II para profundizar en los cambios curriculares, brindando videoconferencias y talleres de asistencia técnica para capacitar a los docentes formadores de la especialidad de matemática y reflexionar con ellos sobre la esencia de los cursos del componente de formación específica en el marco del modelo curricular asumido.

Referencias y bibliografía

- Amadio, M., Operetti, R., y Tedesco, J. (2013). Por qué importa hoy el debate curricular. Ginebra: UNESCO-IBE.
- Ball, D., Thames, M. y Phelps G. (2008). Content Knowledge for Teaching What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 389-407.
- García, M. (2005). La formación de profesores de matemáticas. Un campo de estudio y preocupación. Grupo Santillana: México. *Educación Matemática*, 17(2), 153-166.
- Godino J. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *Unión. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31
- Ministerio de Educación. (2016). Ley N°30512. Ley de institutos y escuelas de educación superior y de la carrera pública de sus docentes. Lima: Ministerio de Educación.
<https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/118500-30512>
- Ministerio de Educación. (2020). Diseño Curricular Básico Nacional de la formación inicial docente. Programa de estudios de educación secundaria, especialidad matemática. Lima: Ministerio de Educación.
<http://www.minedu.gob.pe/superiorpedagogica/producto/dcbn2019-matematica/>
- Perrenoud, P. (2007). Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: Profesionalización y razón pedagógica. México D.F.: Editorial GRAO.
- Pino-Fan, L., Guzmán-Retamal, I., Larraín, M., & Vargas-Díaz, C. (2018). La formación inicial de profesores en Chile: “Voces” de la comunidad chilena de investigación en Educación Matemática. *UNICIENCIA*, 32(1), 68-88.
- Sierra, T., Bosch, M. y Gascón, J. (2012). La formación matemático-didáctica del maestro de Educación Infantil: el caso de «cómo enseñar a contar». *Revista de Educación*, 357, pp. 231-256.