



Laboratorio de Matemáticas en la formación continua del docente de la educación básica primaria

Alfonso **Romero** Huertas
Universidad Antonio Nariño
Colombia
romerohuertas78@gmail.com

Resumen

La presente comunicación hace parte del resultado de investigación realizada con docentes licenciados en educación básica primaria, y que atienden el área de Matemáticas en este nivel educativo. En la investigación se ha planteado como objetivo, construir un modelo de formación continua para los docentes de la educación básica primaria que atienden el área en mención y a través del cual se fortalezca el conocimiento disciplinar y pedagógico del contenido en el área de Matemáticas. Al respecto, se ha considerado pertinente la metodología investigación basada en diseño, dentro del enfoque cualitativo, para dirigir la propuesta y construir el modelo a medida que se avanzó en el desarrollo del proyecto.

Palabras clave: Formación docente; Laboratorio de Matemáticas; Modelo pedagógico.

Definición y relevancia del problema

Los programas de formación docente es una estrategia que, en las últimas décadas en cuanto a cobertura, en la atención y acompañamiento en los diferentes territorios se han fortalecido en Colombia; sin embargo, la mayoría de estos, son programas de momento de un gobierno de paso, generando el riesgo o tendencia a desaparecer, principalmente cuando no se trabaja de manera eficaz en la consolidación de procesos y en la capacidad instalada en las instituciones educativas. En consecuencia, la mejora en los aprendizajes de los estudiantes aún no se evidencia tanto en desempeños institucionales como en pruebas externas. Luego, es evidente que el mejoramiento de la educación básica en Colombia requiere cambios significativos desde las políticas de estado y prácticas de aula, de tal forma que impacten de manera positiva en los aprendizajes de los estudiantes.

Según el estado del arte, en algunos países del mundo el laboratorio de Matemáticas es una estrategia que ha impactado positivamente en la formación de docentes y estudiantes. Al respecto, Bartolini Bussi y Maschietto (2006) citado por Huertas (2023), en su “*Laboratorio de Máquinas Matemáticas (MMLab)*”, en el Departamento de Matemáticas de Módena Italia, contiene una colección de instrumentos geométricos (máquinas matemáticas), reconstruidos con un objetivo didáctico, según el diseño descrito en textos históricos desde la Grecia clásica hasta el siglo XX. Este trabajo fue el punto de partida del proyecto “*Ciencias y Tecnología - Laboratorio de Matemáticas*” para la formación de profesores (2008-2013), en el que muchos profesores en Italia construyeron y propusieron sesiones de laboratorio con máquinas matemáticas para sus prácticas pedagógicas.

Por lo anterior y demás investigaciones analizadas, se indica que la formación docente debe contar con un enfoque donde prevalezca lo práctico sobre lo teórico; por lo tanto, y con el objetivo de consolidar un modelo para la formación de los docentes en ejercicio, se ha desarrollado esta propuesta, teniendo en cuenta además que la gran mayoría de ellos no son licenciados en Matemáticas, y se ha evidenciado la falta de profundización en los diferentes componentes que estructuran el área.

Este proyecto se ha desarrollado a través de un sistema de actividades que incluyen la resolución de problemas como su eje fundamental, cuidadosamente diseñadas desde las oportunidades de mejora identificadas en los docentes, y en cuyo abordaje de las mismas se gestionó diversidad de material concreto y virtual, generando de esta manera escenarios dinámicos de trabajo, caracterizados por la posibilidad que brindan para la experimentación, exploración del medio e integración con la tecnología.

Referencial teórico

Se sitúa al lector en los aspectos teóricos que implican el propósito de la investigación.

Laboratorio de Matemáticas en la formación docente

De acuerdo con Huertas (2023), se define laboratorio de Matemáticas como “un espacio físico diferente del aula, en cuanto se pretende construir un modelo de formación continua de docentes en ejercicio, lo cual requiere un espacio específico en cada institución educativa o sitio estratégico donde sea posible focalizar profesores de varias instituciones” (p. 171).

El laboratorio de Matemáticas tendrá a disposición diversidad de materiales: manipulativos concretos y virtuales, herramientas tradicionales de dibujo (escuadra, regla, compás) y máquinas matemáticas (pantógrafo). Igualmente, el laboratorio estará equipado con mesas y sillas, garantizando la comodidad de los estudiantes (docentes) para el trabajo que, en su mayor parte, está diseñado para realizarlo de forma grupal.

¿Qué es un modelo pedagógico?

Shulman, L (1987), Chávez, H.L. (2008), Kitchen y Petrarca (2016), citado por Huertas (2023), definen un modelo pedagógico como una propuesta teórica que incluye conceptos de

formación, de conocimiento disciplinar y pedagógico del contenido, principalmente; estos se encargan de organizar el currículo de acuerdo a fines y principios de la educación, y al cómo desarrollar la práctica pedagógica en coherencia con los referentes teóricos.

Máquina matemática

Para la definición de máquina matemática, se tendrá en cuenta la definición de Bartolini y Maschietto (2008), quienes definen máquina matemática como un artefacto diseñado y construido con el propósito de forzar un punto, un segmento de línea o una figura plana (apoyada por un soporte material que los hace visibles y tocables), a moverse o transformarse de acuerdo con una ley matemática que ha sido determinada por el diseñador. Es así como algunas máquinas permitirán al usuario realizar construcciones geométricas, otras realizar acciones como contar, hacer cálculos, representar números, entre otras. Las herramientas de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación, por ejemplo, calculadoras, software dinámico) estarán igualmente disponibles y se utilizarán con frecuencia en el laboratorio de Matemáticas.

Manipulativos concretos y manipulativos virtuales

En la presente investigación se considera como definición de material concreto la propuesta por Swan y Marshall (2010): “un material de manipulación matemática es un objeto que puede ser manejado por un individuo de manera sensorial durante el cual se fomentará el pensamiento matemático consciente e inconsciente” (p. 2). En consecuencia, un objeto manipulativo tiene el potencial de conducir a una toma de conciencia y desarrollo de conceptos e ideas relacionadas con las Matemáticas los cuales serán diseñados para trabajar en el laboratorio con un propósito pedagógico.

En cuanto a manipulativos virtuales, Moyer y otros (2002), citados por Hunt y otros (2011), los definen como “una representación visual interactiva, basada en la Web, de un objeto dinámico que proporciona oportunidades para construir conocimiento matemático” (p.185). Además, los autores identifican la interacción con manipulativos virtuales como un ejemplo del proceso de representación de las Matemáticas recomendado por los estándares National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), en cuanto resulta favorable para que los estudiantes interioricen sus propias representaciones de los conceptos matemáticos mediante la interacción con una herramienta dinámica durante las experiencias y prácticas pedagógicas.

La resolución de problemas

La Educación Matemática, desde el punto de vista de la enseñanza, debe ser dirigida a la construcción de significado robusto de conceptos, más que como un mero desarrollo mecánico de destrezas, debe desarrollar en los estudiantes la habilidad de aplicar los aprendizajes en las necesidades de su entorno. De este modo, y como lo concibe el Ministerio de Educación Nacional a través de los lineamientos curriculares, MEN. (1998), la resolución de problemas debe ser eje central del currículo de Matemáticas, y como tal, es un objetivo primario de la enseñanza y parte integral de la actividad matemática. Por tal razón, y con el fin de atender a los objetivos de la investigación, se exponen las consideraciones de algunos referentes en la resolución de problemas.

George Polya (1945), citado por Huertas (2023), estructura la actividad de resolución de problemas en Matemáticas en cuatro pasos principales, conocidos también como el programa heurístico de Polya: entender el problema, configurar un plan, ejecutar el plan y visión retrospectiva o mirar hacia atrás; cada una de estas con sus características a través de las cuales se brinda al docente y educando una estrategia que se ha consolidado e incluido en diversos textos dirigidos a la enseñanza de las Matemáticas en los diferentes niveles de formación.

Método y desarrollo conceptual

La propuesta se ha enmarcado en el enfoque cualitativo, considerando específicamente la investigación basada en diseño, la cual ha permitido construir el modelo de formación a medida que se avanzaba en el desarrollo de cada una de las actividades propuestas. Este tipo de investigación se ha desarrollado en el contexto de las ciencias y se nutre de un amplio campo multidisciplinar que incluye la antropología, la psicología educativa, la sociología, la neurociencia e igualmente las didácticas específicas, entre otros (Confrey, 2006; Sawyer, 2006; Molina y Castro, 2011).

La propuesta de investigación se desarrolló a través de un diplomado denominado “formación matemática del docente de primaria, usando como herramienta el laboratorio”, en el cual han participado 12 docentes en ejercicio, no licenciados en el área de Matemáticas.

A continuación, se presenta algunos episodios dentro de las actividades de formación.

Desafío dentro de la actividad “estadística y probabilidad”

Los docentes mediante la interacción a manera de competición en el tablero del juego rayuela, experimentan y argumentan la razón del perder o ganarle al otro equipo, resaltando finalmente la importancia del espacio muestral y la probabilidad de un evento.



Figura 1: Docentes participantes interactuando en equipo a través del juego la rayuela, con el objetivo de construir el concepto de espacio muestral y probabilidad de un evento.

Desafío dentro de la actividad “pensamiento espacial”

Construir las secciones de cubo soma utilizando cinco fichas del mismo, las cuales se indican en los siguientes planos. A continuación, represente esta construcción en un plano mediante proyección por niveles, de tal forma que sea posible también una construcción con el material manipulativo (dados).



Figura 2: Los docentes interactúan con el cubo soma, experimentando la representación de 2 a 3 dimensiones y viceversa, así como las diferentes proyecciones.

Resultados

Para dar respuesta al objetivo de la investigación: construir un modelo de formación continua para los docentes de la educación básica primaria que atienden el área de Matemáticas y a través del cual se fortalezca el conocimiento disciplinar y pedagógico del contenido en esta área, se ha construido el modelo pedagógico que se describe a continuación.

El modelo pedagógico tiene como protagonista al laboratorio de Matemáticas e ingrediente del mismo como son los materiales manipulativos, en cuanto están presentes en todas las actividades diseñadas para formar a los docentes. Según Piaget (1966), citado por Bartolini & Maschietto (2008), los niños necesitan manipulativos concretos para desarrollar conceptos matemáticos abstractos. En el laboratorio de Matemáticas de Módena, estos autores extienden la concepción de Piaget, en cuanto se afirma que los manipulativos concretos y virtuales deben utilizarse en la construcción de significado robusto de conceptos, no sólo con los niños sino también en adultos en sus diferentes etapas de formación.

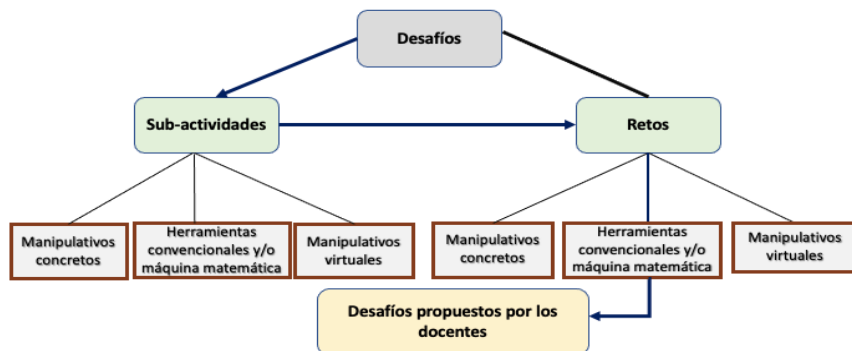


Figura 3: Estructura general de las actividades: de acuerdo con Huertas (2023), “las actividades dentro del modelo de formación se componen de desafíos y retos (problemas retadores), los cuales los pueden abordar con manipulativos concretos en un primer momento, herramientas convencionales y manipulativos virtuales en momentos posteriores” (p. 179)

Tabla 1
Modelo pedagógico de formación docente

Enfoque	Constructivista				
Diagnóstico					
Fases	Planeación y diseño de experimento de enseñanza				
	I	Implementación del experimento de enseñanza			
		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
		Exploración de la actividad	Planteamiento y ejecución de estrategias	Consolidación de estrategias y metacognición	Planteamiento de experimentos de enseñanza y relación con otros contextos.
	II	Revisión y análisis			
		Se realiza reflexión y análisis en referencia con los logros alcanzados y los objetivos de la investigación, analizando los recursos y medios que lo sustentan como insumo para diseñar un nuevo experimento de enseñanza y reiniciar el ciclo en la fase 1 con una nueva iteración.			
Validación	Enfoque basado en argumentos				
	Bases de evidencia	Interpretación de la experiencia	Uso de la experiencia	Consecuencias sociales	

Nota: La validación del modelo se realizó mediante adaptación del enfoque basado en argumentos, propuesto por Messick, S (1989), Camargo, S.L (2017), citado por Huertas (2023).

Conclusiones

En coherencia con la pregunta de investigación y objetivos, se establece en relación al conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico del contenido, las siguientes conclusiones:

Posterior a la participación en el diplomado, 10 de los 12 docentes participantes, por iniciativa propia, compartieron evidencias de sesiones de clase en ambiente de laboratorio, apoyadas por manipulativos concretos y software dinámico GeoGebra.

Algunas novedades que aporta el desarrollo de la propuesta respecto a los aprendizajes logrados por los docentes, la forma y los medios utilizados son:

- Lenguaje matemático y conceptos básicos que la mayoría de docentes desconocían, tales como: el concepto de altura de un triángulo, así como sus rectas y puntos notables, el concepto de homotecia, el cual fue consolidado mediante la proyección de figuras (montaje de figuras y su respectiva sombra), juegos de estrategia y fractales.
- Los docentes han fortalecido su conocimiento base, que según Harel (2008), lo define en términos de tres componentes: conocimiento de las Matemáticas, conocimiento del aprendizaje de los estudiantes y conocimiento de la pedagogía.
- Los docentes en su totalidad consideran que la metodología empleada en el diplomado ha despertado el interés para abordar las actividades propuestas de formación, cambiando significativamente las formas de aprender y enseñar las Matemáticas, mediados por el laboratorio y donde resaltan el uso de material concreto para construir, fortalecer conceptos y resolver problemas.

- Los docentes manifiestan que los desafíos planteados en cada una de las actividades propician la interacción entre compañeros y el trabajo en equipo, generando en ellos confianza para abordar temáticas específicas con mayor profundidad en la educación básica primaria.

Una mirada diferente a las Matemáticas

Más allá de fortalecer el conocimiento disciplinar y pedagógico del contenido en los docentes participantes, simultáneamente a través del desarrollo de las actividades, han cambiado su actitud frente a las Matemáticas, en cuanto ellos consideraban inicialmente que los procesos con cierto grado de complejidad correspondían exclusivamente al nivel de básica secundaria y con su respectivo docente licenciado en Matemáticas.

El empoderamiento y apropiación de la metodología por parte de los docentes les ha generado mayor confianza para abordar las Matemáticas, en tanto a medida que transcurre el desarrollo de la propuesta, adquieren hábitos y familiarización con los manipulativos concretos y virtuales, de tal forma que son considerados como una estrategia de primera mano en la construcción de significado robusto de conceptos y en la resolución de problemas. Las propuestas que presentan, y sus respectivos argumentos, evidencian la evolución que han adquirido en el transcurso del diplomado.

Referencias

- Bartolini Bussi, M. G., & M. Maschietto. (2006). Gli strumenti meccanici: le macchine per tracciare curve e realizzare trasformazioni. *Macchine matematiche: dalla storia alla scuola*, 1-32.
- Bartolini Bussi, M. G., & M. Maschietto. (2008). Machines as tools in teacher education. In *The Handbook of Mathematics Teacher Education: Volume 2* (pp. 183-208). Brill Sens.
- Camargo, S. L. (2017). En búsqueda de consenso sobre el concepto de validez: Un estudio Delphi. *Psicología*.
- Chávez, H. L. (2008). Los modelos pedagógicos en la formación de profesores. *Revista Iberoamericana de educación*, 46(3), 1-8.
- Confrey, J. (2006). The evolution of design studies as methodology, en Sawyer, R.K. (ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, pp. 135-152. Nueva York: Cambridge University Press.
- Harel, G. (2008). A DNR perspective on mathematics curriculum and instruction. Part II: with reference to teacher's knowledge base. *ZDM*, 40(5), 893-907.
- Harel, G. (2008). DNR perspective on mathematics curriculum and instruction, Part I: focus on proving. *ZDM*, 40(3), 487-500.
- Huertas, A. R. (2023). Construcción de un modelo pedagógico para la formación en matemáticas del docente de educación básica primaria, usando como herramienta el laboratorio. *South Florida Journal of Development*, 4(1), 169-182.
- Hunt, A. W., Nipper, K. L., & Nash, L. E. (2011). Virtual vs. Concrete Manipulatives in Mathematics Teacher Education: Is One Type More Effective than the Other? *Current Issues in Middle Level Education*, 16(2), 1-6
- Kitchen, J. y Petrarca, D. (2016). Approaches to teacher education. En J. Loughran y L. Hamilton (Eds.), *International handbook of teacher education* (pp. 137-185). Springer.
- MEN. (1998). Lineamientos Curriculares de Matemáticas. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Messick, S. (1989). Validity. En: R. L. Linn (Ed.), *Educational Measurement*. (pp. 13-103). Washington, D.C.: American Council on Education.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 75-88.
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. New York: Doubleday Anchor Books.

- Sawyer, R.K. (2006). The New Science of Learning, en Sawyer, R.K. (ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, pp. 1-18. Nueva York: Cambridge University Press.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.
- Swan, P., & Marshall, L. (2010). Revisiting mathematics manipulative materials. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 13-19