

# ESTUDIO DE LA COMPETENCIA PROFESIONAL DE PROFESORES DE SECUNDARIA SOBRE TAREAS MATEMÁTICAS ESCOLARES

## STUDYING SECONDARY EDUCATION TEACHERS' PROFESSIONAL COMPETENCE ON SCHOOL MATHEMATICS TASKS

**José Romilio Loría Fernández, José Luis Lupiáñez Gómez**  
Universidad Nacional (Costa Rica). Universidad de Granada (España)  
jose.loria.fernandez@una.cr, lupi@ugr.es

### Resumen

Analizamos el conocimiento de profesores de matemáticas de Educación Secundaria sobre la realización de tareas en el aula para apoyar el desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes. Para ello, identificamos y describimos los cambios en los conocimientos, capacidades y actitudes del profesorado, como parte de su competencia profesional, relacionados con el diseño de tareas, a partir de su participación en una propuesta formativa con base en la reforma curricular en matemáticas en Costa Rica. Observamos que los profesores desarrollaron capacidades para vincular habilidades, procesos y competencias, justificar esta vinculación y diseñar y seleccionar tareas que la atendiera.

**Palabras clave:** currículo de matemáticas, competencia matemática, diseño de tareas

### Abstract

We analyse secondary school mathematics teachers' knowledge on the tasks performed in their classroom to support the development of students' mathematical competence. To accomplish this, we identify and describe changes in teachers' knowledge, abilities and attitudes related to the design of tasks, as part of their professional competence; from their involvement in a training proposal based on the mathematical curricular reform in Costa Rica. We observed that they improved their abilities to link skills, mathematical processes and competences; to justify this connection; and to design and select tasks focused on this connection.

**Key words:** mathematics curriculum, mathematical competence, design of tasks

## ■ Introducción

La base de la reforma de la Educación Matemática en Costa Rica (MEP, 2012), constituye una reorganización de las principales dimensiones y elementos curriculares, dotándoles de una gran cohesión y profundidad. Este programa, que destaca con solidez una visión funcional de las Matemáticas, emplea la noción de competencia matemática como expectativa a largo plazo, y en su articulación se emplean nociones, supuestos y referencias clave sobre tareas de aprendizaje contextualizadas, grados de desempeño y niveles de complejidad de los procesos básicos de actuación en esta área. El sujeto cognitivo usa las herramientas que tiene a su disposición para aproximarse a las tareas, movilizándolo y manifestando su competencia al efectuar los correspondientes procesos cognitivos (Rico y Lupiáñez, 2008).

Niss (2006) caracteriza un modelo de profesor competente para enseñar matemática, dentro del cual destaca una faceta curricular que debe formar parte de sus conocimientos y habilidades: analizar, evaluar, relacionar e implementar programas formativos y currículos. Por su parte, Gordon et al (2009) señalan que el profesor es el actor principal en el cambio hacia un enfoque curricular basado en la noción de competencia y la implementación de este enfoque también depende, en gran medida, de la formación y la actitud de los docentes.

Sin embargo, los profesores costarricenses arrastran debilidades de su formación inicial y manifiestan la ausencia de procesos continuos de capacitación (Alfaro, Alpizar, Morales, Ramírez y Salas, 2013); particularmente en la formación en contenidos matemáticos y su didáctica. Ruiz (2015) reconoce que asumir el estilo de organización de las lecciones tratado en la reforma curricular, invoca una experticia docente que no ha sido generada hasta ahora por las instituciones formadoras. Esta situación atenta con la implementación del nuevo currículo, por lo que el desempeño profesional y la calidad de la formación docente están en el punto de mira. Morales-López (2017) destaca que la formación del profesorado es una de las líneas prioritarias de actuación presentes en la Educación Matemática en Costa Rica.

El objetivo de nuestro trabajo es identificar y describir los cambios en los conocimientos didácticos de un grupo de profesores, como parte estructural de su competencia profesional. Nos centraremos en conocimientos relacionados con el diseño de tareas que promuevan el aprendizaje escolar, al participar en una propuesta formativa basada en la reforma curricular en matemáticas en Costa Rica.

## ■ Marco teórico

Una tarea matemática escolar es “toda demanda estructurada de actuación cognitiva propuesta al estudiante, que requiere su reflexión sobre el uso de las matemáticas, y que el profesor presenta intencionalmente como un medio para el aprendizaje o como un herramienta de evaluación” (Caraballo, 2014, p. 56). Son un medio que usa el profesor para brindar a sus alumnos la oportunidad de aprender (Real, Segovia y Ruiz, 2013). De esta manera, la naturaleza del aprendizaje de los alumnos está determinada “por el tipo de tareas que se le plantean y por el modo de aplicarlas” (Sullivan, Clarke y Clarke, 2009, p. 87). Las tareas que llevan al alumno a involucrarse significativamente con las matemáticas son centrales; éstas proveen el contexto intelectual para el desarrollo de su competencia matemática (Chapman, 2013; Sanni, 2012).

Esta visión de la educación matemática obliga a un planeamiento cuidadoso de las lecciones, involucrando la selección de las tareas, las secuencias de éstas, los tiempos a destinar para cada paso, y la acción docente en cada momento (el profesor debe jugar un papel central en la interacción social y cognitiva en el aula). Además, su uso debe ser flexible, lo que dependerá de las condiciones y del contexto de aula, así como del nivel educativo en que se enseña.

En esta línea, Rico, Marín, Lupiáñez y Gómez (2008) consideran que,

La planificación, como competencia clave del profesor de matemáticas, demanda el desarrollo de capacidades específicas para identificar, organizar, seleccionar y priorizar los significados de los conceptos matemáticos mediante el análisis cuidadoso de su contenido, análisis necesario para establecer las expectativas de aprendizaje, previo al diseño de tareas y necesario para la elección de secuencias de actividades. (p. 8)

Castro (2008) por su parte, señala que los profesores de matemáticas, ante una reforma curricular, utilizan las disposiciones de los programas de estudio como punto de partida para planear sus lecciones, pero son sus concepciones sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje quienes determinan las decisiones relacionadas con aspectos de la instrucción. En este sentido, Demonte (2013) destaca la importancia del profesor y afirma que su desarrollo profesional es el enlace entre el diseño y la implementación de una reforma curricular y constituye su éxito en el entorno escolar. Además, sostiene que desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje no se logra exclusivamente mediante el ejercicio de la práctica de enseñar; es necesario brindar a los profesores actividades de apoyo para alcanzar esa mejora.

En consecuencia, suponemos que el desarrollo profesional de los profesores de matemáticas es una pieza clave en el complejo proceso de enseñar y aprender, y al hablar de este hacemos referencia al progreso del conjunto de competencias que poseen para desempeñarse de manera eficaz. Estas competencias las conforman “el agregado de conocimientos, capacidades y actitudes que los profesores ponen en juego para desempeñar las tareas propias de su práctica docente” (Caraballo, 2014, p. 64).

Las experiencias e iniciativas de desarrollo profesional deben realizarse con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza de los profesores de matemáticas en ejercicio (Sowder, 2007) y permitir que los profesores reflexionen sobre su conocimiento (Climent y Carrillo, 2003). Estas actividades profesionales les proporcionan a los docentes directrices para que personalicen las orientaciones curriculares a las necesidades que perciben e identifican en sus alumnos (Caraballo, 2014). Por ejemplo, Sullivan, Clarke y Clarke (2013) aseguran que el conocimiento didáctico que posee un profesor se refleja en la manera como selecciona, elabora y usa las tareas matemáticas escolares.

Por su parte, Blömeke y Delaney (2012) reconocen que, en los últimos años, la investigación sobre la competencia profesional tanto del profesor en formación como del profesor en ejercicio ha tenido un auge sobresaliente. Esta noción se vincula, fundamentalmente, con las demandas propias de su profesión y con la importancia atribuida a su papel central para la optimización de todo el proceso educativo (Lin y Hsu, 2018). Basándonos en la estructuración propuesta por Dhörmann, Kaiser y Blömeke (2012), que propone una dimensión cognitiva y una afectivo-emocional para esta competencia profesional, y sobre todo, en el modelo de competencia profesional del modelo COACTIV (Baumert y Kunter, 2013), asumimos que la competencia profesional del profesor la establecen la cualificación de sus conocimientos disciplinares y didácticos, sus capacidades de actuación y gestión, y los procesos de metacognición y autorregulación, todos ellos modulados y condicionados mediante la experiencia de su práctica.

Esta competencia la manifiesta el profesor al precisar los significados de los contenidos matemáticos y científicos escolares, al identificar las necesidades de alfabetización de los estudiantes, al diagnosticar sus problemas de aprendizaje y al elaborar propuestas de intervención e instrucción para su abordaje y resolución. Baumert y Kunter (2013) destacan “el carácter organizador y central del conocimiento en la competencia profesional” (p. 28), y nuestra posición enfatiza aún más, la puesta en juego de tal conocimiento para dar respuesta a las demandas y actuaciones propias de la actividad docente. Según Rico, Lupiáñez y Molina (2013), un profesor de matemáticas evidencia su competencia profesional cuando aborda tareas y problemas relativos a la enseñanza de las matemáticas en contextos escolares reales.

## ■ Metodología

Nuestro trabajo forma parte de un estudio más amplio centrado en analizar el desarrollo de la competencia profesional de un grupo de profesores costarricenses en ejercicio, cuando diseñan tareas dirigidas al desarrollo de la competencia matemática de los escolares. Para lograr los propósitos descriptivos, explicativos y evaluativos del estudio aplicamos métodos propios de la investigación cualitativa (Cohen, Manion y Morrison, 2011). Describimos el desempeño del grupo de profesores en un curso-taller centrado en las nociones clave de la reforma curricular, e identificamos factores que contribuyen a explicar los cambios experimentados por los profesores durante esa experiencia en sus conocimientos, capacidades y actitudes. También analizamos el impacto de esa formación en su práctica de aula. Finalmente, toda esa información se emplea para hacer una evaluación de la calidad del programa formativo implementado (Kirkpatrick, 2006; Maher, 2012; Pérez-Juste, 2006).

El carácter cualitativo de la investigación emerge por los métodos que aplicamos para procesar y analizar los datos que nos permitieron describir los cambios producidos en los profesores; usamos fuentes variadas de información, preguntas abiertas, análisis de textos o documentos, métodos emergentes e interpretación reiterada de las aportaciones de los informantes (Creswell, 2009).

El curso *Diseño y selección de tareas pertinentes para desarrollar y evaluar la competencia matemática* fue elaborado por el equipo de investigadores. Determinamos el contenido curricular del curso y con base en los contenidos definidos, la secuencia temporal; lo que nos permitió diez sesiones de trabajo. El foco de interés del curso se mantuvo en la percepción y comprensión de los participantes, tanto del enfoque como de los métodos que debían desarrollar, a fin de promover y evaluar la competencia matemática de sus alumnos según establecen las directrices curriculares. El tema central del curso y sobre el que se enfatizaron las sesiones fueron las características de las tareas matemáticas escolares y su adecuación al modelo funcional del aprendizaje basado en competencias.

Determinados los elementos relativos al diseño, procedimos a recabar el juicio de expertos con el propósito de validar la relevancia de la formación que habíamos identificado y las decisiones tomadas respecto a los contenidos, la finalidad y demás elementos del curso-taller.

En cuanto a los participantes, nuestra muestra la constituye nueve profesores costarricenses de matemáticas de secundaria en servicio en las provincias de Alajuela, Heredia y San José; quienes se inscribieron de manera voluntaria y gratuita, motivados por el deseo manifiesto de desarrollar y fortalecer sus competencias profesionales en las temáticas tratadas en el curso.

Durante la implementación del curso recogimos información sobre su desarrollo para reevaluar y revisar de manera continua las actividades propuestas y organizamos la información que eventualmente sería analizada. La recogida de información se realizó mediante la aplicación de diferentes instrumentos: cuestionario inicial, observación y registro de las presentaciones de los participantes, registro de sus aportaciones e intervenciones personales con relación a los temas y conceptos presentados, reflexiones escritas de los participantes, grabaciones de audio, trabajo final presentado por los participantes y cuestionario de evaluación final del curso. Como parte de esta fase también tuvo lugar la revisión y reformulación del diseño del curso mediante observación crítica, continua y cíclica, de los contenidos curriculares y las estrategias de enseñanza (Caraballo, 2014).

La secuenciación de los contenidos en las sesiones del curso implicó desarrollos parciales en dimensiones concretas de la competencia profesional que al finalizar la implementación denominamos momentos. Estos momentos estuvieron demarcados por la secuencia temporal de las sesiones y se determinaron a partir del progreso en los conocimientos, capacidades y actitudes del profesorado manifestado en los procesos que llevaron a cabo durante las actividades propuestas en el curso; estos cambios nos aportaban indicios de posible desarrollo profesional y se consideraron como puntos de inflexión. Particularmente nos centramos en la evolución de aspectos conceptuales relacionados con las nociones curriculares de competencia y de tarea matemática escolar y su aplicación en el diseño y selección de tareas para promover y evaluar la competencia matemática. A cada uno de estos momentos se asoció

una característica específica en términos de los contenidos conceptuados, las tareas realizadas y la información recabada durante los mismos. Identificamos cinco momentos determinantes en el desarrollo del curso: momento inicial, momento 1, momento 2, momento 3 y momento final.

El momento inicial (MI) ocurrido en una sesión preliminar al inicio del curso y durante la primera sesión, permitió determinar las condiciones específicas a partir de las cuales cada participante se integró en la dinámica del curso en términos de sus conocimientos y actitudes sobre los antecedentes y el marco conceptual que encuadraba el curso. El momento 1 (M1) transcurrido durante las sesiones segunda, tercera, cuarta y quinta, facilitó la conceptualización y caracterización de tareas matemáticas escolares de acuerdo con la fundamentación teórica del currículo. El momento 2 (M2) se concretó en la sesión sexta y constituyó un balance intermedio del curso. El momento 3 (M3), que transcurrió en las sesiones séptima, octava, y la primera mitad de la novena, favoreció a que los profesores se aproximaran con mayor profundidad y recibieran información sobre el diseño y selección de tareas que evaluaran la competencia matemática. En el momento final (MF), que comenzó en la segunda mitad de la sesión novena y culminó junto con el curso en la sesión décima, los profesores pusieron en acción el conjunto de conocimientos adquiridos para diseñar una prueba para evaluar la competencia matemática y establecer sus respectivos criterios de valoración.

Posterior a la implementación del curso, aproximadamente tres meses después, recolectamos información que nos permitiera determinar el impacto del programa de formación en la práctica docente de los profesores; cómo el aprendizaje adquirido y las capacidades desarrolladas influyen en su desempeño diario. Consideramos ese tiempo como suficiente para que los profesores pudieran manifestar cambios en sus prácticas de aula. Para ello confeccionamos una plantilla de observación de prácticas de enseñanza, tomando en consideración las nociones curriculares básicas y las categorías de observación que emplean Climent, Romero-Cortés, Carrillo, Muñoz-Catalán y Contreras (2013) en sus experimentos de enseñanza. Además, elaboramos instrumentos para valorar los planeamientos y las evaluaciones diseñadas por los profesores durante el periodo de observación; se usa como referencia para su elaboración las características óptimas que deberían tener estos documentos según las directrices curriculares.

La selección de los profesores observados obedece a su desempeño durante el curso y la actitud que mostraron a lo largo de este; escogimos cuatro docentes en cuyas intervenciones y producciones ponían de manifiesto un interés particular en mejorar sus prácticas de enseñanza. Además, se escoge una profesora que no había participado en el curso para contrastar que los cambios manifestados por los primeros, si los había, se debían en mayor parte por el diseño e implementación del programa formativo.

Del total de profesores observados dos trabajan en el mismo colegio, el cual es de carácter público. De estos dos profesores uno de ellos no había participado en el curso; se hace esta selección de forma planificada para que el contraste fuese directamente con profesores que por el tipo de colegio donde trabajan obligatoriamente debían considerar las orientaciones curriculares en sus prácticas de aula. Los otros tres profesores trabajan en colegios privados, y pueden asumir con mayor flexibilidad el currículo oficial. Cada profesor fue observado durante dos semanas, para un aproximado de cinco episodios de observación de aula por profesor; uno de los investigadores participó como observador no participante en todos los episodios y se tiene el registro de audio o de video de la mayoría de ellos.

Con respecto al análisis de información que realizamos podemos decir, en términos generales, que recorre sucesivamente cuatro etapas: recogida con la ayuda de instrumentos variados durante el trabajo de campo; organización por medio de transcripción, categorización, codificación y descripción; procesamiento a través de técnicas propias del análisis de contenido; e interpretación por medio de la identificación de patrones (Miles, Huberman y Saldaña, 2014). Con el propósito de garantizar que la información obtenida fuera consistente y considerar todos los ángulos posibles de acuerdo con nuestros objetivos, procedimos a una triangulación

metodológica entre diferentes documentos: producciones escritas del curso, registro de las observaciones de aula, planeamientos y evaluaciones diseñados por los profesores.

## ■ Resultados

Organizamos la presentación de resultados de acuerdo con los momentos determinantes en el desarrollo del curso. Las fuentes de información asociadas a cada uno de estos momentos fueron analizadas para describir la naturaleza de los cambios percibidos por los profesores y si, en efecto, estos cambios pueden relacionarse con su participación en las actividades realizadas durante la experiencia de desarrollo profesional.

En el momento inicial logramos identificar los conocimientos de los profesores sobre aspectos teóricos y metodológicos del currículo costarricense a tratar en el curso. Por medio del cuestionario inicial y las primeras reflexiones escritas indagamos sobre la noción de competencia como innovación curricular, la selección de tareas y el desarrollo de la competencia matemática en los alumnos.

Cuando puntualizamos estos aspectos encontramos que los profesores reconocen la utilidad práctica de la noción de competencia como parte integral del currículo. Pero ignoran su importancia como elemento curricular. Por ejemplo, uno de los profesores señaló: *Para promover el aprendizaje de los estudiantes es suficiente con contextualizar los conceptos por medio de situaciones reales, mostrando a los estudiantes la utilidad que tiene la matemática en su vida.* Este tipo de razonamiento desmerita el papel de otros elementos del currículo, que en su articulación son fundamentales para el desarrollo de la competencia matemática escolar, como los procesos matemáticos y las habilidades.

Además, manifiestan desconocimiento de los aspectos tanto conceptuales como técnicos del diseño y selección de tareas adecuadas para desarrollar la competencia matemática. Particularmente, en las reflexiones hechas por los profesores se evidenció una concepción de tarea distinta a la que se entiende en el currículo. Para ellos una tarea correspondía a una asignación de actividades que deben ser resueltas fuera del tiempo lectivo con el propósito de reforzar los conocimientos estudiados en clase; la mayoría de las veces se considera la resolución de listas de ejercicios donde se fomente la reproducción de procedimientos aprendidos.

Asimismo, las respuestas de la encuesta inicial sugieren que los profesores seleccionan tareas y planifican sus clases a partir de aquellos aspectos que consideran importantes como las características de los alumnos y el logro de su aprendizaje, los recursos disponibles (libros de texto, planes de estudio, el tiempo) y las expectativas de aprendizaje. Comprendemos que los profesores poseen conocimiento adecuado sobre aspectos que deben priorizarse para desarrollar la competencia matemática. No obstante, el papel que le dan a las tareas para desarrollar esta competencia no es claro, lo cual aportó indicios de la necesidad de los profesores de conocer sobre el diseño, la selección y el análisis de tareas matemáticas escolares.

En el momento 1 logramos conceptualizar y caracterizar las tareas matemáticas escolares. Los profesores reflexionaron sobre los criterios que utilizan para seleccionar tareas que desarrollen la competencia matemática, y los elementos que las deben constituir, manifestando un progreso en el concepto de tarea. En las últimas sesiones de este momento, un profesor señaló que: *Las tareas deben ser demandas cognitivas estructuradas y en su diseño intervienen variables como el contenido matemático, las habilidades, los procesos matemáticos, el contexto y los niveles de complejidad.*

Estas afirmaciones están respaldadas por los resultados que obtuvimos a partir del análisis de los trabajos no presenciales asignados en este momento. Los trabajos no presenciales constituyen la fuente de información principal relativa al logro de los objetivos del curso. Estas tareas grupales informan sobre el dominio de los profesores en el diseño y la selección de tareas y del avance en su conocimiento didáctico.

El análisis de los trabajos no presenciales asociados a este momento demostró que, a medida que el curso se desarrolló, los profesores ampliaron y profundizaron sus conocimientos sobre el modelo funcional de aprendizaje matemático adoptado por el currículo de matemáticas costarricense. Además, mejoraron sus capacidades para vincular habilidades, procesos y competencias, justificar esta vinculación y, conceptualizar variables de tarea (áreas matemáticas, contextos, niveles de complejidad). En una de las reflexiones de este momento un profesor estableció que: *La competencia es algo que se desarrollará a través de los procesos a los que se enfrentan los alumnos en las tareas, estos procesos movilizan las habilidades que determinan las competencias.*

El momento 2 constituyó un balance intermedio del curso y, mediante la reflexión propuesta, los profesores deliberaron sobre la utilidad de lo aprendido hasta el momento para su práctica profesional. La utilidad que destacaron fue la comprensión del vínculo entre las nociones básicas de la reforma curricular. Un profesor explicó: *Antes de estar en el curso yo sabía que el aprendizaje se daba cuando los contenidos, las habilidades y los procesos se relacionaban al resolver un problema de la vida cotidiana pero no sabía cómo relacionar estos conceptos al proponer una tarea. Ahora comprendo que la competencia es algo que se desarrollará a través de los procesos a los que se enfrentan los alumnos en las tareas, las cuales deben ser enmarcadas en un contexto o situación real; los procesos movilizan las habilidades que determinan las competencias.*

En el momento 3 logramos conceptualizar y caracterizar tareas para evaluar la competencia matemática y aplicar las variables de tarea estudiadas en el diseño y selección de este tipo de tareas. Las reflexiones asociadas a este momento ponen de manifiesto que los profesores han adquirido conocimiento para valorar las funciones de las tareas matemáticas escolares según sus características y de acuerdo con el propósito para el cual fueron diseñadas, y para diseñar por su propia cuenta tareas pertinentes tanto para desarrollar competencias como para evaluarlas. Al finalizar este momento un profesor mencionó que: *Las tareas para promover la competencia matemática son diferentes a las tareas que evalúan competencias porque las primeras guían al estudiante a dar significado y utilidad al conocimiento matemático, la mayoría de las veces en situaciones problemáticas nuevas, mientras que las segundas se proponen para aplicar esos conocimientos en problemas similares a los trabajados en clase. En el diseño de ambas tareas las variables estudiadas juegan un papel importante.*

En los trabajos no presenciales correspondientes al momento 3 y al momento final los profesores profundizaron en la caracterización de las variables de tarea, mejoraron su comprensión de estas, su capacidad para aplicarlas en el análisis de tareas para desarrollar y evaluar la competencia matemática y su conocimiento didáctico sobre el diseño y selección de tareas adecuadas para desarrollar y evaluar esta competencia. El avance en el conocimiento didáctico de los profesores es consistente con el manifestado durante los procesos reflexivos propuestos.

El análisis que hicieron los profesores de las tareas presentadas en estos trabajos no presenciales incluye una caracterización de estas en términos de las variables estudiadas en el curso: el contenido matemático tratado, las habilidades específicas asociadas al contenido, las habilidades de carácter más general vinculadas a las habilidades específicas, el contexto en el que se ubica la tarea, los procesos matemáticos que intervienen y el nivel de complejidad de la tarea a partir de la estructura de intervención de los procesos matemáticos. Adicionalmente crearon una plantilla con criterios de corrección para valorar el desempeño de los alumnos al realizar las tareas diseñadas para evaluar la competencia matemática escolar.

Además, en el momento final administramos el cuestionario de evaluación del curso. Los profesores expresaron satisfacción con las estrategias, aspectos técnicos, metodología y conceptualización de los contenidos tratados durante el curso. Además, manifestaron que la dinámica del curso y las herramientas adquiridas en este les permitió reflexionar sobre su labor docente y la de otros compañeros, por lo que la percepción que tenían sobre su competencia profesional mejoró; expresan sentirse más dispuestos para aplicar lo aprendido en el aula valorando así el curso como experiencia de desarrollo profesional. Para los profesores conocer y aplicar las variables de tarea en el diseño, selección y análisis de tareas fue lo más útil del curso y en donde sienten mayores cambios en sus

conocimientos didácticos. Estas afirmaciones refuerzan la elección de la dinámica del curso como plan efectivo de formación y confirman esta elección como una decisión acertada, asimismo nos dan indicios de que los profesores vieron cumplidas sus expectativas de mejora profesional.

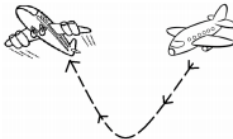
En la Figura 1 mostramos una tarea para desarrollar la competencia matemática, diseñada y presentada por uno de los grupos en el último trabajo no presencial del curso. La tarea evidencia el progreso en los conocimientos didácticos de los profesores participantes.

Finalmente, los planeamientos, las evaluaciones escritas y los reportes de observación constituyen la fuente de información para determinar el impacto del programa de formación en la práctica docente de los profesores; cómo el aprendizaje adquirido y las capacidades desarrolladas influyen en su desempeño diario.

Los profesores que participaron en la experiencia de desarrollo profesional profundizan en el conocimiento desarrollado en el curso, y vinculan lo propuesto en la reforma curricular, conceptual y metodológicamente, con las disposiciones que dictan sus respectivos colegios para abordar la acción de aula.

Para estos profesores los procesos matemáticos son fundamentales para diseñar, seleccionar y analizar tareas que desarrollen la competencia matemática. Además de vincularlos con las habilidades que esperan movilizar, consideran el papel de intervención de los procesos en una tarea para caracterizarla en términos de su complejidad, y a partir de los criterios respectivos determinar su pertinencia en el desarrollo de la competencia matemática y en qué momento de la lección plantearla. Asimismo, plantean problemas enmarcados en un contexto para darle autenticidad y relevancia, y procuran que su resolución e interpretación implique un trabajo activo del alumno.


Durante una exhibición, una avioneta debe realizar una maniobra de "vuelo rasante", esta maniobra consiste en que el avión se acerque al suelo a una altura mínima la cual debe iniciar a cierta altura  $h_0$ . El criterio de asociación de la función que describe la altura  $h$  que alcanza la avioneta (en metros) a los  $x$  segundos de haber comenzado la maniobra está dada, por la expresión<sup>4</sup>:



$$h(x) = 0,5x^2 - 6x + h_0$$

El piloto sabe que no corre riesgo de tocar el suelo si comienza la maniobra a una altura mayor de cierto valor. Con base en esta información:

- ¿Cuántos segundos deben pasar después de iniciada la maniobra para que el avión logre su altura mínima?
- Determina a qué altura debe iniciar el avión para realizar el vuelo rasante y no estrellarse.
- ¿Cuál es la altura mínima que alcanza el avión durante la maniobra?
- Si el valor de  $h_0 = 20$  ¿Cuáles son las coordenadas del vértice y a qué conclusión podemos llegar?



<sup>4</sup> La ecuación fue tomada de Huirican, M. y Carmona K. (2013). Guía de Aprendizaje N°2 las funciones cuadráticas: una herramienta de modelación. Recuperado de <http://epja.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/43/2016/04/GuiaN2MatematicaIICiclodeEM.pdf>

Figura 1. Tarea para desarrollar la competencia matemática

Por su parte, la profesora que no participó en el programa de formación realiza un análisis pobre de las características de las variables de tareas que selecciona para trabajar en el desarrollo de la lección; se limita a proponer solo los problemas que se sugieren en los programas de estudio, considera las habilidades como fines logrados, determina



la complejidad de una tarea a partir de cómo se plantean las cuestiones y prioriza la adquisición del contenido matemático sobre el desarrollo de la competencia matemática.

Por tanto, aunque todos los profesores observados consideran las disposiciones curriculares para planificar y llevar a cabo su quehacer en el aula, el nivel de reflexión que hacen los profesores que participaron en el curso sobre los elementos a considerar para la organización de la lección es superior al análisis con el que aborda la profesora dichos aspectos. El conocimiento de la profesora sobre el diseño y selección de tareas para apoyar el desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes es muy parecido al conocimiento que manifestaban los profesores al inicio del curso. Por lo tanto, el programa de formación fue determinante en la mejora de las competencias profesionales de estos profesores.

En términos generales, los profesores son conscientes del desarrollo profesional vivido, pues así lo expresaron en las reflexiones finales del curso y también lo evidenciaron durante las jornadas de seguimiento en los centros, cuando explicaban y justificaban las planificaciones realizadas y las sesiones que imparten.

## ■ Conclusiones

Las conceptualizaciones desarrolladas y las actividades realizadas durante el programa formativo aportaron a los profesores participantes las explicaciones pertinentes para que comprendieran las condiciones que, como promotores de la competencia matemática, debieran cumplir. Además, brindaron a los profesores un marco de referencia común para reflexionar sobre sus propias prácticas docentes, particularmente, marcaron un camino para elaborar tareas que atendieran el desarrollo de la competencia matemática escolar. Asimismo, les permitió proyectar la pertinente aplicación de los conocimientos desarrollados y, por consiguiente, la modificación de sus prácticas actuales.

Con la descripción de los cambios en los conocimientos didácticos que evidenciaron los profesores, mediante contraste entre el estado inicial y el estado final de sus conocimientos, pusimos de manifiesto un avance en el desarrollo de una dimensión clave de su competencia profesional. El marco analítico, reflexivo y sistemático que aportamos a los profesores les permitió tanto revisar y estructurar sus conocimientos como avanzar en su desarrollo y profundización.

La evolución de los conocimientos didácticos de estos profesores se ilustra en el tránsito entre el desconocimiento sobre la noción de tarea matemática a escolar y el diseño de tareas que vinculan habilidades, procesos matemáticos y competencias, la justificación de esta vinculación, y la organización de la lección a partir de la relación directamente proporcional entre los diferentes niveles de complejidad en los problemas matemáticos y las oportunidades para realizar procesos matemáticos.

La participación activa de los profesores durante las actividades del curso, así como las interacciones entre ellos y su disposición permanente de compartir conocimientos y estrategias durante la realización del curso y posterior a este, evidencian su progreso en la capacidad para ser profesores reflexivos sobre sus prácticas de aula y las de sus colegas. La participación voluntaria de los profesores al curso como experiencia profesional que surge de haber identificado la necesidad de adquirir conocimiento sobre los temas y conceptos discutidos, y su satisfacción con los cambios manifestados a través de la experiencia formativa, hacen al curso que diseñamos e implementamos un recurso efectivo de desarrollo profesional.

Finalmente, la exploración sobre el impacto de los cambios en los conocimientos didácticos relacionados con el diseño y la selección de tareas matemáticas nos permite afirmar que la potencialidad de los cambios experimentados por los profesores participantes de la experiencia de desarrollo profesional permitirá mejorar y desarrollar la alfabetización matemática de los alumnos.

## ■ Referencias bibliográficas

- Alfaro, A. L., Alpízar, M., Morales, Y., Ramírez O. y Salas, O. (2013). La formación inicial y continua de docentes de Matemáticas en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Número especial, Noviembre. Costa Rica. Descargado de <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/12225>
- Baumert, J. y Kunter, M. (2013). The COACTIV Model of Teachers' Professional Competence. En M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss y M. Neubrand (Eds.), *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers* (pp.25-48). New York: Springer.
- Blömeke, S. y Delaney, S. (2012). Assessment of teacher knowledge across countries: A review of the state of research. *ZDM*, 44(3), 223-247.
- Caraballo, R. M. (2014). *Diseño de pruebas para la evaluación diagnóstica en matemáticas: Una experiencia con profesores*. Tesis Doctoral. Granada: Universidad de Granada.
- Castro, A. (2008). Planning for Mathematics Instruction: A Model of Experienced Teachers Planning Processes in the Context of a Reform Mathematics Curriculum. *The Mathematics Educator*, 18(2), 11-22.
- Chapman, O. (2013). Mathematical-task knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 16(1), 1-6.
- Climent, N. y Carrillo, J. (2003). El dominio compartido de la investigación y el desarrollo profesional: Una experiencia en matemáticas con maestras. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 387-404.
- Climent, N., Romero-Cortés, J.M., Carrillo, J., Muñoz-Catalán, M.C. y Contreras, L.C. (2013). Qué conocimientos y concepciones movilizan futuros maestros analizando un vídeo de aula. *Relime*, 16(1), 13-36.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Demonte, J. (2013). *High-Quality Professional Development for Teachers: Supporting Teacher Training to Improve Student Learning*. Washington, DC: Center for American Progress.
- Döhrmann, M., Kaiser, G y Blömeke, S. (2012). The conceptualization of mathematics competencies in the international teacher education study TEDS-M. *ZDM*, 44, 325-340.
- Gordon, J., Halász, G., Krawczyk, M., Leney, T., Michel, A. Pepper, D., Putkiewicz, E. y Wisniewski, J. (2009). *Key Competences in Europe: Opening Doors for Lifelong Learning across the School Curriculum and Teacher Education*. Warsaw: Center for Social and Economic Research.
- Kirkpatrick, D. (2006). *Evaluating Training Programs: The Four Levels*. San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers, Inc.
- Lin, F-L. y Hsu, H-Y. (2018). Using Mathematics-Pedagogy Tasks to Facilitate the Professional Growth of Pre-service Elementary Teachers. En G. J. Stylianides y K. Hino (Eds.), *Research Advances in the Mathematical Education of Pre-service Elementary Teachers. An International Perspective* (pp. 3-17). Cham, Switzerland: Springer.
- Maher, C. (2012). *Planning and Evaluating Human Services Programs*. Bloomington, IN: Authorhouse.
- Miles, M., Huberman, A. y Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (2012). *Programas de Estudio Matemáticas. Educación General Básica y Ciclo Diversificado*. Costa Rica: autor.
- Morales-López, Y. (2017). Costa Rica: The Preparation of Mathematics Teachers. En Á. Ruiz (Ed.), *Mathematics Teacher Preparation in Central America, and the Caribbean. The cases of Colombia, Costa Rica, Dominican Republic and Venezuela* (pp. 39-56). Cham: Springer.
- Niss, M. (2006). What does it mean to be a competent mathematics teacher? A general problem illustrated by examples from Denmark. En *Praktika*, 23<sup>o</sup> Panellenio Synedrio Mathematikis Paideias (pp. 39-47). Patras, Greece: Elleniki Mathematiki Etaireia.
- Pérez-Juste, R. (2006). *Evaluación de programas educativos*. Madrid: La Muralla.

- Real, I., Segovia, I. y Ruiz, F. (2013). Estudio de los textos para la enseñanza de las matemáticas del Padre Manjón. En L. Rico, J.L. Lupiáñez y M. Molina (Eds.) *Análisis didáctico en educación matemática* (pp.359-374). Granada, España: Editorial Comares.
- Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Madrid: Alianza Editor.
- Rico, L., Lupiáñez, J. L. y Molina, M. (2013). *Análisis didáctico en educación matemática*. Granada, España: Editorial Comares.
- Rico, L., Marín, A., Lupiáñez, J. L. y Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas escolares en secundaria. El caso de los números naturales. *Revista SUMA*, 58, 7-23.
- Ruiz, A. (2015). Balance y perspectivas de la Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 10(13), 15-33.
- Sanni, R. (2012). Selection and implementation of tasks: an account of teacher's task practices. *Research Journal in Organizational Psychology and Educational Studies*, 1(2), 129-136.
- Sowder, T. S. (2007). The mathematical education and development of teachers. En F.K. Lester Jr (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 157-223). Charlotte, NC: National Council of Teachers of Mathematics.
- Sullivan, P., Clarke, D. y Clarke, B. (2009). Converting mathematics tasks to learning opportunities: An important aspect of knowledge for mathematics teaching. *Mathematics Education Research Journal*. 21(1), 85-105.
- Sullivan, P., Clarke, D. y Clarke, B. (2013). *Teaching with Tasks for Effective Mathematics Learning*. New York: Springer.