

APRENDER A FORMAR EN CIUDADANÍA EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Yuly Vanegas, Joaquín Giménez, Vicenç Font

Universidad Autónoma de Barcelona. (España)

Universidad de Barcelona. (España)

yulymarsela.vanegas@uab.cat, quimgimenez@ub.edu, vfont@ub.edu

Palabras clave: formación de profesorado, competencias profesionales, ciudadanía

Key words: teacher training, professional competences, citizenship

RESUMEN

Se presenta una propuesta de formación de profesores de matemáticas que pretende el desarrollo de la competencia transversal: aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas. Se justifican las componentes principales del diseño de un ciclo de formación, se describen algunos resultados después de tres sucesivas implementaciones del mismo. Encontramos que los futuros docentes incorporan aspectos relacionados con ciudadanía, fundamentalmente en el análisis sobre la contextualización, el pensamiento crítico y el análisis de interacciones en el aula.

ABSTRACT

It's presented a study about a pre-service teacher training process in which it's developed a competence of learning to teach citizenship through mathematics. The main components of the training cycle design are justified; some results and changes are analyzed after three successive implementations of the course. We found that future teachers incorporate aspects of citizenship primarily in the analysis of contextualization, critical thinking and analysis of classroom interactions. Nevertheless, it's found less advances on epistemological reflections and implicative aspects of citizenship

■ Introducción

Gran parte de las investigaciones recientes en educación matemática, sobre la formación de profesores, se han centrado en el análisis de las competencias asociadas al contenido matemático, y se asume que ello es parte clave de las competencias profesionales específicas (Llinares, 2009). Pero mucho menos se ha investigado, sobre el análisis de la formación del profesor como sujeto social de sus acciones (Domite, 2004), el papel de la educación matemática en el desarrollo de las competencias transversales y la correspondiente implicación del desarrollo de este tipo de competencias en la formación de docentes de matemáticas.

Desde este contexto y pretendiendo dar respuesta al desafío planteado por Ubiratan D'Ambrosio, relacionado con analizar cuáles son las posibilidades y responsabilidades de los docentes de construir conocimiento matemático para una educación democrática y la necesidad de reflexionar sobre ello. Esta investigación, busca estudiar cómo se organiza un ciclo de tareas profesionales para la formación de docentes, que constituyan buenas prácticas para el desarrollo de la competencia transversal: “aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas”. Así, en este trabajo se proponen dos preguntas de investigación: ¿Qué características se deben considerar en un diseño de formación de profesorado de Matemáticas para la Educación Secundaria, que desarrolle la competencia de aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas? ¿En qué sentido algunas prácticas de análisis didáctico matemático en un proceso de formación inicial de profesores de Secundaria de Matemáticas, promueven el desarrollo de dicha competencia transversal?

■ Marco Teórico

Conceptualizamos un desarrollo de ciudadanía en educación que incluye una educación en valores transversales y transdisciplinarios (D'Ambrosio, 2011). Incluimos una idea de ciudadanía en cuanto toma de conciencia política y de responsabilidad en la construcción de identidad y cohesión en los objetivos curriculares (Valero, 2012). Para interpretar la formación en ciudadanía a través de las matemáticas, nos posicionamos en la reflexión sobre la educación matemática crítica (Skovsmose, 2001) y los planteamientos humanistas de la ética de la solidaridad, el respeto y la colaboración (D'Ambrosio, 2011) y la idea de competencia profesional en la formación de docentes de Matemáticas en la Educación Secundaria (Font, et al, 2012).

Definimos la competencia de aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas como: *el desarrollo de acciones y prácticas profesionales que permita al futuro docente tener herramientas para planificar, implementar y analizar saberes y prácticas matemáticas en lo intencional, lo reflexivo, lo comprometido, la responsabilidad y solidaridad; mediante el desarrollo del pensamiento matemático y la toma de conciencia del papel ético de hacer matemáticas; con el fin de ayudar a los estudiantes de la escuela a aprender a reconocer el valor de construir matemáticas para interpretar hechos y cambios sociales, y aprender a participar democráticamente en procesos decisorios comunitarios* (Vanegas, 2013).

Consideramos que la formación inicial de docentes, basada en la reflexión, debe hacerlos competentes para analizar prácticas de clase, e identificar aspectos de los procesos de enseñanza y aprendizaje con la mayor calidad posible. La práctica reflexiva ofrece una perspectiva de cómo los futuros profesores

aprenden sobre la enseñanza y proporciona información sobre los cambios en su enseñanza de las matemáticas (Llinares & Krainer, 2006).

■ Metodología

Para el desarrollo y análisis del ciclo formativo empleamos una metodología cualitativa interpretativa basada en el diseño (Gravemeijer, 2004). En su diseño, consideramos “tareas profesionales” que interpretan la práctica de enseñar matemáticas como un organizador de los programas de formación (Llinares, 2009). El ciclo formativo se justifica en términos del perfil de profesor deseado (Font et al., 2012), las nuevas competencias de formación de profesores, los cambios curriculares y las propuestas de investigación desarrolladas sobre la idea de prácticas matemáticas democráticas (Vanegas, 2013).

Una primera propuesta de este ciclo, se diseña, implementa y analiza, en el marco del Máster de Formación de profesores de Matemáticas de la Universidad de Barcelona. Se analiza la propuesta como un experimento de enseñanza, en sus tres fases (diseño y planificación de la instrucción; experimentación en el entorno de formación y análisis retrospectivo). Desde la primera implementación del ciclo, las tareas se implementan, de forma transversal, en diversas asignaturas y por diferentes profesores del Máster.

La estructura inicial contiene siete tareas profesionales (TP) divididas en tres bloques, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura primera propuesta del ciclo de formación

CICLO DE FORMACIÓN (PROPUESTA INICIAL)	
Bloque 1: Reflexión inicial	TP 1. Explicación general curricular TP 2. Cuestionario de concepciones iniciales sobre ciudadanía a través de prácticas matemáticas. TP 3. Inicio del análisis didáctico de un episodio
Bloque 2: Desarrollo y práctica	TP 4. Discusión sobre los resultados del cuestionario inicial y significado de la competencia transversal. TP 5. Análisis de procesos e interacciones. Papel de la deliberación y ciudadanía democrática. TP 6. Realización de una práctica matemática escolares y elaboración de la memoria de práctica correspondiente
Bloque 3: Análisis	TP 7. Reflexión sobre la práctica. Producción del Trabajo Final del Master (TFM).

A continuación mostramos como ejemplo, algunos elementos de la tarea profesional TP 2 del bloque 1. Se trata de un cuestionario en el que se pide a los futuros docentes que se posicionen ante unas tareas escolares (propuestas por diferentes profesores para diversos niveles), con el que se busca reconocer: ¿Cuáles son los tipos de tareas matemáticas que ellos consideran ayudan a aprender a formar en ciudadanía? ¿Cuál es el valor que otorgan a cada una de estas tareas matemáticas? ¿Consideran que los enunciados de las tareas son tan importantes como su desarrollo interactivo en tanto lo consideramos

una práctica de aula? En la figura 1, pueden verse las tareas escolares que se plantearon a los futuros docentes.

El análisis en profundidad de los resultados obtenidos en este cuestionario ha permitido identificar una primera aproximación de los posicionamientos de los futuros docentes respecto a la problemática vinculada con la reflexión sobre matemáticas y ciudadanía. Constatamos que casi un 80% de los futuros docentes miran la acción profesional que forma en ciudadanía, centrada en la tarea propuesta junto con sus preguntas y no tanto en los elementos de desarrollo de la misma. Es decir, piensan que la tarea es fundamental para formar en ciudadanía, en la medida que debe proporcionar desafíos cotidianos y ciudadanos, o por lo menos alguna de sus preguntas, debe llevar explícitamente la demanda de discusión. (Vanegas y Giménez, 2011).


Respecto a la actividad TP 3, se trata de la presentación de un episodio sobre la comparación de costos de apartamentos en dos barrios diferentes, en donde se busca que los estudiantes identifiquen el valor de la idea de proporcionalidad para poder analizar los precios de dichas viviendas en distintos lugares de una ciudad. Se pide a los futuros docentes hacer un primer análisis didáctico, para reconocer aquellos aspectos que ellos consideran relevantes del episodio descrito. Posteriormente se van incorporando elementos teóricos como herramientas que posibilitan mejorar el análisis, los cuales permiten hablar, entre otros aspectos, de objetos, procesos y prácticas matemáticas (Rubio, et al, 2012).

En las tareas relacionadas con la planificación de actividades escolares matemáticas, se propone una breve discusión sobre la necesidad de tener en cuenta la contextualización y la interdisciplinariedad de las ideas matemáticas. Durante el periodo de prácticas de los futuros docentes, se discute sobre los momentos en los que se han considerado las conexiones, y el fomento de competencias transversales. Y en la reflexión sobre dicha práctica, se busca reconocer si las orientaciones esquemáticas dadas sobre el análisis de la calidad del trabajo realizado, ayuda a explicitar aspectos transversales en su propuesta.

Figura 1. Tareas escolares presentadas en el cuestionario de concepciones iniciales sobre ciudadanía y matemáticas

Tarea A

Bailando por miedo, Paul Klee, 1938



La maestra lleva a clase la reproducción del cuadro de Paul Klee. coloca los niños en semicírculo alrededor de la imagen (actividad que hace a menudo con otras obras de diferentes autores) y pide:

— ¿Qué veis?

Las primeras respuestas son del estilo:

— Veo un triángulo.

La maestra pide:

— ¿Cuál?

La niña lo señala y la maestra pregunta si los compañeros están de acuerdo: Si esta figura es, o no un triángulo. De esta forma se van reconociendo diferentes figuras planas: triángulos, cuadrados, rectángulos, círculos, etc.

¿Esto es, o no, un cuadrado?
 - ¿Parece más un rectángulo?
 - ¿Cómo sabemos si es un cuadrado o un rectángulo?
 Marc - Veo un cuadrado (lo señala).
 Maestra - ¿Esto es un cuadrado? ¿Estás todos de acuerdo?
 Todos - Sí.
 Maestra - ¿Por qué? ¿Cómo sabemos que es un cuadrado?
 Marc - Porque tiene 4 puntas.
 Maestra - Porque tiene 4 puntas, ¿y qué más Roger?
 Roger - Porque tiene cuatro trozos iguales.
 Maestra - ¿Cuatro trozos? ¿Qué trozos?
 Maria - Cuatro líneas.
 Marc - Cuatro Lados.
 Maestra - Muy bien, cuatro lados iguales y cuatro puntas iguales. Esto es un cuadrado.

Tarea B

El alargamiento de un muelle es proporcional a la masa suspendida.

¿Cuál es la longitud de un muelle cuando colgamos una masa de 80 g?



Con un muelle, pesamos una masa m produciendo un alargamiento a :

m	50	100	150	200	250	300
a	60	140	190	270	320	400

Dibuja los ejes y los 6 pares de puntos.
 Dibuja una recta desde (0,0) que se ajuste a estos puntos.

Calcula la razón de proporcionalidad para esta recta.

Tarea C

El agua es un recurso limitado finito. Existe una cantidad relativamente fija en el planeta estimada en 1.400.000.000 Km³. El 97.2% es agua salada, un 2.5% se encuentra entre los casquetes de hielo y glaciales. El resto no mucha agua es dulce. Analice y responda las siguientes preguntas:

- ¿Qué cantidad de agua salda hay en el planeta y qué cantidad de agua dulce?
- El agua dulce se encuentra superficialmente subterránea. Si la primera representa el 0.7% de todas las aguas dulces. ¿Cuántos Km³ de agua dulce superficial existe en el planeta?
- Expresa los datos relativos a la cantidad de agua salada, dulce superficial y dulce subterránea en notación exponencial o científica.
- ¿Cuáles son las principales cuencas hidrográficas de nuestro país? Localízalas en un mapa

Respecto a la última tarea (TP 7), es importante mencionar que se considera el TFM desde una perspectiva sociocultural, en la que el aprendizaje y desarrollo profesional del profesor se interpreta como un proceso de evolución y cambios que se generan cuando se analiza cómo participar en las prácticas matemáticas que se producen en el aula, y cómo dicha práctica es comprendida por el profesor. Al analizar los resultados de esta tarea profesional observamos que aunque sea de formas diferentes, todos los futuros docentes incorporan en su reflexión algunos elementos de la ciudadanía (Giménez, et al, 2012).

■ **Resultados**

Después de tres rediseños sucesivos del ciclo de formación (Vanegas, et al, 2014), se construyó una propuesta que incluye once tareas profesionales:

Figura 2. Estructura en el rediseño del ciclo de formación

CICLO DE FORMACIÓN (Rediseño)	
TP 1	Presentación curricular. Reflexión sobre el contexto
TP 2	Análisis de configuraciones de objetos y procesos matemáticos
TP 3	Conexiones, interdisciplinariedad y ciudadanía
TP 4	Análisis de procesos matemáticos y ciudadanía.
TP 5	Prensa, actualidad matemática y ciudadanía.
TP 6	Planificación y práctica crítica.
TP 7	Participación, modelización y ciudadanía.
TP 8	Análisis de opiniones iniciales, en la que se valoran tareas escolares
TP 9	Criticidad matemática y participación democrática.
TP 10	Planificación y desarrollo de competencias
TP 11	Análisis de la propia práctica

La primera tarea profesional (TP 1) sigue teniendo una intención introductoria, pero se decide que aborde el problema de la contextualización, y el papel del contexto en el desarrollo de tareas matemáticas. Se discuten ejemplos de contextos ricos para desarrollar actividad matemática (Problemas matemáticos en la observación de formas como las escaleras de caracol, observaciones de medidas y proporciones en la Catedral de la ciudad, etc.) La TP 2, no cambia respecto a su objetivo inicial, pero se plantean nuevas tareas escolares para ser analizadas por los futuros docentes, se plantean preguntas y enunciados que pretenden focalizar mejor la reflexión sobre la competencia, tales como: indica los aspectos de la competencia matemática que consideras pueden desarrollarse en cada una de estas actividades. Ordena las actividades, ubicando en primer lugar la que consideras mejor potencia la competencia ciudadana y en último lugar la que menos, justificando tu decisión. Explica qué aspecto de la competencia ciudadana se podría desarrollar en cada caso teniendo en cuenta como está planteada. ¿Qué ayuda más a formar en la ciudadanía, una buena tarea, un cierto tipo de tarea, una buena manera de hacer la clase, o las tres cosas? Pensando de forma global, ¿qué tipos de actividades fomentan más una formación ciudadana?

La TP 3, se sigue centrando en el desarrollo de procesos, y la funcionalidad de las prácticas matemáticas escolares de promover situaciones ricas no sólo respecto al fomento los procesos matemáticos, sino también en cuanto a la formación ciudadana. La cuarta tarea (TP 4) se centra en el análisis de conexiones y el papel de los recursos extraescolares, y se amplía a un breve conocimiento de las propuestas que analizan procesos sociales desde la etnomatemática y la mirada interdisciplinar, dando relevancia a la reflexión sobre el valor social y epistemológico en la construcción de las ideas matemáticas. La TP 5 promueve el análisis de configuraciones e interacciones. Se reconoce el valor del diálogo deliberativo dentro de la perspectiva de la matemática crítica (Valero y Skovsmose, 2002). Se analizan debates democráticos en el aula (Vanegas, Giménez y Font, 2012). La TP 6 trabaja el análisis del uso de medios de comunicación social como recursos, así como los significados de pensamiento crítico. Se renueva la

reflexión sobre cómo y cuándo aparecen los procesos de contextualización y descontextualización. En la TP 7, se propone a los futuros docentes reflexionar sobre propuestas realizadas por estudiantes de un curso anterior, pidiendo explícitamente que definan la idea de potencialidad crítica de una tarea. En la TP 8 se propone analizar procesos de participación en el aula, así como cambios y reflexión sobre la construcción de significados matemáticos en la historia de las matemáticas, tomando como ejemplo el análisis de una tarea que involucra la ley de Hooke y cómo debería plantearse sus limitaciones, aprovechando el contexto histórico de la búsqueda sobre las propiedades de la elasticidad. En este tipo de tarea profesional, se propone reflexionar sobre la influencia sobre la formación ciudadana de elaborar tareas que promuevan modelización, y la necesidad de hablar de adecuación y representatividad en el diseño de tareas matemáticas.

La tarea profesional 9 matiza la actividad de planificación de una unidad didáctica, considerando en su desarrollo la importancia y necesidad del análisis de evaluación de la competencia transversal de ciudadanía. Se discute una propuesta de niveles de desarrollo de dicha competencia a través de las matemáticas. También se discute lo que ocurre en el aula, en cuanto fomento de debate democrático en el aula. El trabajo final de máster se desarrolla en TP 11, en este trabajo se busca que los futuros profesores realicen una reflexión diferida de su propia práctica usando como herramientas criterios para la valoración de calidad.

Al observar las producciones en las diferentes tareas profesionales hemos podido reconocer por ejemplo, en la trayectoria de un estudiante, que reconoce la importancia de hacer actividad matemática con proyección social a través de las matemáticas (TP 2). Establece relaciones entre procesos y conexiones matemáticas (TP 4) Analiza las ausencias de lo ciudadano, en donde identifica que hay un buen trasfondo, pero debe mejorar el modo de trabajar en el aula (TP 7). Incorpora en su propia práctica una situación estadística en donde se analiza el valor social (TP 9). Usa los criterios de idoneidad para reflexionar sobre su propia práctica y propone un instrumento que le permite valorar su progreso (TP 10).

■ Reflexiones finales

El rediseño del ciclo de formación y el análisis de algunas trayectorias de aprendizaje nos ha permitido constatar avances de los futuros profesores en el desarrollo de la competencia: aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas. (Vanegas, 2013)

El análisis de las prácticas desarrolladas en la implementación de las tareas del ciclo de formación como experimento de enseñanza, nos ha permitido constatar que los avances en las prácticas de análisis didáctico, producen cambios en la mirada de los futuros docentes frente la idoneidad ecológica, en cuanto consideran aspectos de la formación matemática escolar relacionados con la ciudadanía (Vanegas, et al, 2014). La definición de unos niveles de adquisición de la competencia profesional de aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas, nos han permitido interpretar el desarrollo de los estudiantes en términos de evaluación (Vanegas y Díez, 2014).

El uso de criterios de idoneidad han permitido visibilizar vínculos entre el desarrollo de la competencia de análisis didáctico y la competencia de aprender a formar en ciudadanía a través de las matemáticas,

los cuales se evidencian en las producciones de los futuros profesores, en las justificaciones de la selección de los contenidos, la identificación de alcances y limitaciones del contexto, el reconocimiento del valor de los planteamientos realistas, el valor otorgado a lo interaccional y normativo, así como el valor dado a la representatividad, conexionismo, entre otros aspectos. (Ferrerres y Vanegas, 2014)

Agradecimiento. Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo, en el contexto de los proyectos: EDU2012-32644: “Desarrollo de un programa por competencias en la formación inicial de profesores de secundaria de matemáticas” Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España y “Ciudadanía y formación de profesores de Matemática”. Cátedras de Integración CAB – AUALCPI (2013-2015) del Convenio Andrés Bello.

■ Referencias bibliográficas

- D'Ambrosio, U. (2011). *Educação para uma sociedade em transição*. Porto Alegre: Cortez.
- Domite, M. (2004). Da compreensão sobre formação de professores e professoras numa perspectiva etnomatemática. En Knijnik, G; Wanderer, F; Oliveira, C. (Org.) *Etnomatemática: Currículo e formação de professores*, 419 – 431. EDUNISC: Santa Cruz do Sul.
- Ferrerres, S. y Vanegas, Y. (2014). Uso de criterios de calidad en la reflexión sobre la práctica de los futuros profesores de secundaria de matemáticas. En *Actas Congreso Internacional de Docencia Universitaria - CIDUI*. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.
- Font, V., Rubio, N., Vanegas, Y., Ferrerres, S., Gómez, J. y Larios, V. (2012). Una perspectiva competencias sobre la formación inicial de profesores de secundaria de matemáticas. En R. Flores (Ed), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 25, 1161-1168). México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Giménez, J. Vanegas, Y.; Font, V. y Ferrerres, S. (2012). El papel del trabajo final de Máster en la formación del profesorado de Matemáticas. UNO. *Revista de Didáctica de las Matemáticas* 61, 76-86.
- Gravemeijer, K. (2004). Local instruction theories as means of support for teachers in reform mathematics education. *Mathematical thinking and learning*, 6 (2), 105-128.
- Llinares, S. (2009). Competencias docentes del maestro en la docencia en matemáticas y en el diseño de programas de formación. *Uno. Revista de didáctica de las matemáticas* 51, 92-101.
- Llinares, S. & Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners, en a. Gutierrez y p. Boero (Eds.), *handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 429 – 459). The Netherlands. Sense Publishers.
- Rubio, N., Font, V., Malaspina, U., Vanegas, Y., Giménez, J. (2012). Competence in didactic analysis in the pre-service training of secondary school mathematoics teachers in spain. En *Proceedings 12th international congress on mathematical education*. Seoul. ICME.
- Skovsmose, O. (2001). *Educação matemática crítica. A questão de deãmocracia*. Papyrus ed. Campinas.
- Valero, P. (2012). Posmodernismo como una actitud de crítica. Hacia la investigación dominante en educación matemática. En Valero, P. Skovsmose, O. (Eds.) *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas*, 173-192. Bogotá: Una empresa docente.
- Vanegas, Y. (2013). *Competencias ciudadanas y desarrollo profesional en matemáticas*. Tesis doctoral no publicada, Universidad de Barcelona. España.

- Vanegas, Y. y Diez-Palomar, J. (2014). Desarrollo y valoración del pensamiento crítico como competencia transversal en la formación de profesores de matemáticas. En *Actas Congreso Internacional de Docencia Universitaria - CIDUI*. Universitat Rovira i Virgili. Tarragona.
- Vanegas, Y.; Giménez, J. (2011) Futuros profesores de matemáticas y ciudadanía. En *Actas de la XIII conferencia interamericana de educación matemática* (pp. 1-10). Brasil: programa de Pós-graduação em educação matemática e tecnológica Universidade Federal de Pernambuco.
- Vanegas, Y., Giménez, J., Font, V. (2012). Algebraic discussions and democracy in classrooms practices. En *Proceedings 12th international congress on mathematical education*. Seoul. ICME
- Vanegas, Y.; Giménez, J.; Font, V. & Diez-palomar, J. (2014). Improving reflective analysis of a secondary school mathematics teachers program, in Nicol, C., Oesterle, S., Liljedahl, P., & Allan, D. (Eds.) *Proceedings of the joint meeting of pme 38 and pme-na 36*, vol. 5, pp. 321-328. Vancouver, Canada: PME.