

CAPÍTULO 1

EVALUACIÓN EN LA FORMACIÓN PERMANENTE DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

PEDRO GÓMEZ

La evaluación es un componente del currículo al que usualmente se le da poca importancia en la formación de profesores de matemáticas. En la mayoría de las ocasiones en las que se aborda, el énfasis está en los procesos de valoración de los estudiantes, puesto que este es el interés más importante de los profesores en su práctica docente. Esta es una aproximación que se centra en lo que se conoce como evaluación sumativa.

En contraposición a una visión tradicional de la evaluación, como proceso con el que se clasifica a los estudiantes, en las últimas décadas se ha desarrollado la noción de evaluación formativa. Esta idea de evaluación centra su atención en los instrumentos y procedimientos que le permiten al profesor tanto recoger y analizar información para contribuir al aprendizaje de los estudiantes como para mejorar la enseñanza. Con esta visión, los estudiantes pasan de ser quienes proporcionan información para su clasificación a participar activamente en el proceso de evaluación. Por medio de la evaluación formativa, los estudiantes conocen qué es lo que se espera que ellos aprendan, participan en su propia evaluación y la de sus compañeros, y proporcionan información con la que el profesor puede ayudarles a progresar en su aprendizaje. Adicionalmente, el profesor recoge información que le permite revisar la eficacia del proceso de enseñanza para mejorarlo. Pero las instituciones condicionan con frecuencia a los profesores a que produzcan información para clasificar a los estudiantes en un esquema de evaluación sumativa. Además, los programas de formación de profesores tienden a seguir este mismo esquema (Schoenfeld, 2015, p. 193). Esto implica que muchos profesores no conocen instrumentos y procedimientos que les permitan poner en práctica esquemas de evaluación formativa.

Uno de los propósitos de la Maestría en Educación Matemática (MAD) es proporcionar oportunidades para que los profesores en formación conozcan y lleven a la práctica las ideas y demandas de la evaluación formativa. En ese sentido, promovemos que estos profesores diseñen instrumentos y procedimientos para recoger información en el aula sobre su actuación y la de los estudiantes; desarrollen técnicas para validar esa información desde la perspectiva del aprendizaje de sus estudiantes y para proporcionar realimentación a los estudiantes que contribuya a su aprendizaje; promuevan la participación de los escolares en su evaluación; y utilicen la información que recogen y analizan para mejorar su práctica docente (Romero y Gómez, 2018). De esta forma, esperamos que los profesores en formación integren una visión amplia de la noción de evaluación a los procesos de aprendizaje y enseñanza en el aula. En este capítulo, describo algunas de las herramientas conceptuales y metodológicas que introducimos en MAD alrededor de la evaluación y muestro cómo esas herramientas pueden contribuir al aprendizaje de los estudiantes y a la mejora de la enseñanza.

1. Contenido, aprendizaje, enseñanza y evaluación

En MAD, la evaluación está vinculada al trabajo de diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas que los profesores en formación realizan en relación con el contenido, el aprendizaje y la enseñanza. Este trabajo se basa en el modelo del análisis didáctico —que no describo aquí (Gómez, 2007; Gómez y González, 2013)—. De la misma manera, a continuación presento, de manera general, el proceso que realizan los profesores en formación en el programa, sin profundizar en las diferentes nociones y procedimientos que están implicados. Esas nociones y procedimientos se describen con detalle en los documentos a los que hago referencia.

Cada grupo de profesores en formación que participa en MAD selecciona un tema concreto de las matemáticas escolares y analiza su contenido desde la perspectiva de su estructura conceptual, sus sistemas de representación y su fenomenología (Cañadas, Gómez y Pinzón, 2018). Con base en esa información, los grupos establecen las capacidades que están relacionadas con su tema y formulan los objetivos de aprendizaje que esperan lograr con sus estudiantes (González y Gómez, 2018). Ellos caracterizan cada objetivo de aprendizaje por medio de un grafo de criterios de logro (Gómez, González y Romero, 2013). Al formular los objetivos de aprendizaje, los grupos de profesores en formación

establecen a qué expectativa de aprendizaje de nivel superior —capacidades matemáticas fundamentales y procesos matemáticos— (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2013) quieren contribuir con su unidad didáctica. Ellos proponen unas expectativas de tipo afectivo para su trabajo y establecen cómo esperan que los criterios de logro contribuyan a las capacidades matemáticas fundamentales y a las expectativas de tipo afectivo. Diseñan tareas de aprendizaje que buscan contribuir a las expectativas anteriores, establecen, para cada tarea de aprendizaje, su grafo de criterios de logro, y determinan cómo cada tarea de aprendizaje pretende contribuir a esas expectativas y a los factores que afectan la motivación (Gómez, Mora y Velasco, 2018, véase figura 1). Establecen la contribución de las tareas a los factores que afectan la motivación con el matematógrafo, un instrumento que explicaré más adelante (Romero y Gómez, 2018).

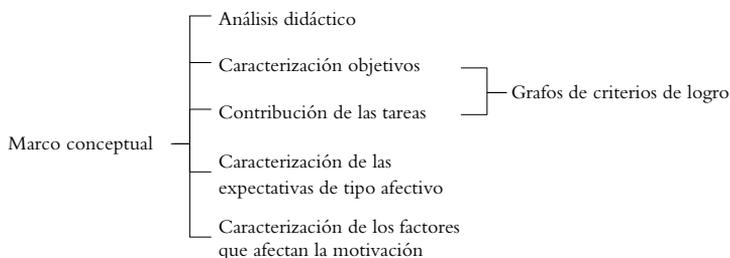


Figura 1. Ideas del marco conceptual directamente relacionadas con la evaluación

Al abordar la enseñanza, los profesores en formación formulan tareas de aprendizaje para cada objetivo de aprendizaje y establecen, para cada tarea, qué caminos de aprendizaje del grafo de criterios de logro del objetivo de aprendizaje se activan (Gómez et al., 2017). Para cada camino de aprendizaje de una tarea, indican la importancia relativa de cada criterio de logro en ese camino de aprendizaje. Ellos también especifican la contribución de los criterios de logro a las expectativas de aprendizaje de nivel superior y a las expectativas de tipo afectivo y, en términos de errores, concretan los niveles de activación de los criterios de logro y producen la rúbrica del examen final (figura 2).

En MAD, se utilizan diversas fuentes de información para la evaluación. Por un lado, se atiende a la actuación formal de los estudiantes durante la implementación a partir de sus producciones escritas para cada tarea. Por otro lado, en los diarios del estudiante y del profesor, se recoge gran cantidad de información que se refiere a sus percepciones sobre lo que sucede en el aula durante la implementación (figura 3).

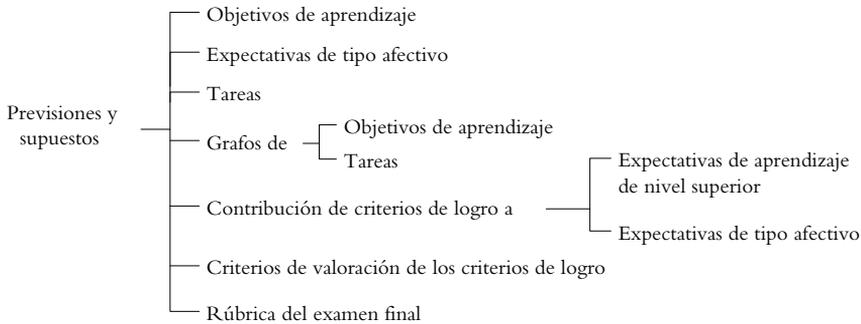


Figura 2. Previsiones y supuestos

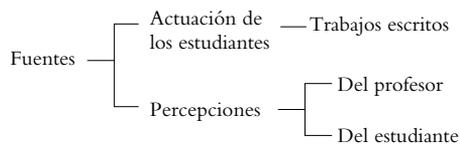


Figura 3. Fuentes de información

Para estos propósitos, se diseñan diversos instrumentos de recolección de información que incluyen información sobre la enseñanza (Romero y Gómez, 2018). De cara a la actuación de los estudiantes, se establece un procedimiento para la corrección de las producciones escritas de los estudiantes y del examen final. En las tareas de aprendizaje, para cada estudiante, se identifica el camino de aprendizaje activado, los errores en los que incurrió y el nivel de activación de los criterios de logro implicados. Para el examen final, se produce una rúbrica que permite asignar una calificación a cada estudiante para los apartados que se refieren a cada objetivo de aprendizaje. Por otro lado, cada estudiante registra en su diario, para cada tarea, un semáforo y un matematógrafo. En el semáforo, el estudiante indica, en el grafo de criterios de logro de la tarea, su percepción sobre la medida en que él considera que logró activar cada criterio de logro. En el matematógrafo, el estudiante registra su percepción sobre en qué medida la tarea contribuyó a diversos aspectos que afectan la motivación (p. ej., si la tarea constituyó un reto o le permitió reconocer sus errores al resolverla). Por su parte, el profesor registra en su diario, para cada tarea, un semáforo y un matematógrafo con sus percepciones sobre la actuación del grupo. Además, el diario del profesor contiene información cualitativa sobre los eventos más relevantes que tuvieron lugar en la implementación de las tareas (figura 4).

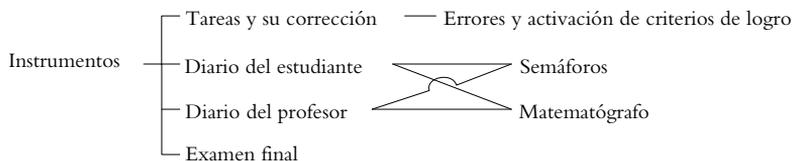


Figura 4. Instrumentos de recolección de información

En resumen, con los instrumentos de recolección se genera una gran cantidad de información —en las dimensiones cognitiva y afectiva— sobre la actuación de los estudiantes durante la implementación. Esta información tiene que ver, por un lado, con la formulación de las expectativas cognitivas y de tipo afectivo, su caracterización en términos de criterios de logro, la contribución de los criterios de logro a las expectativas de aprendizaje de nivel superior y de tipo afectivo, los criterios de valoración de los criterios de logro y la rúbrica del examen final (figura 2). Por otro lado, se tiene la información —de cada tarea y para cada estudiante— sobre sus errores, la activación de los criterios de logro, los semáforos, el matematógrafo y su calificación en el examen final. Finalmente, se tiene la información de la percepción del profesor, para cada tarea, de la actuación del grupo con el semáforo y el matematógrafo. Esta es la información que se tiene en cuenta en el análisis de los datos para la evaluación. A continuación, explico cómo se resume y analiza esta información para producir resultados sobre el aprendizaje de los estudiantes. Para ello, comienzo con la presentación de los resultados generales que se pueden obtener.

En la figura 5, presento esos resultados generales. A partir de la información que surge de la corrección de las tareas de aprendizaje y el examen, y a partir de las previsiones y supuestos que mencioné en la figura 2, es posible producir resultados sobre el logro de los objetivos de aprendizaje (en las tareas de aprendizaje y el examen final), de las expectativas de aprendizaje de nivel superior y de las expectativas de tipo afectivo. Por otro lado, a partir de la información que se recoge en los diarios del estudiante y del profesor, y que se refiere a sus percepciones sobre el desarrollo de la unidad didáctica, es posible generar resultados sobre el logro de los objetivos de aprendizaje y los factores que influyen en la motivación. Adicionalmente, también se obtienen resultados sobre la percepción del profesor del logro de las expectativas de tipo afectivo.

Como se aprecia en la figura 5, es posible obtener resultados sobre el mismo aspecto (p. ej., logro de los objetivos de aprendizaje) desde diferentes

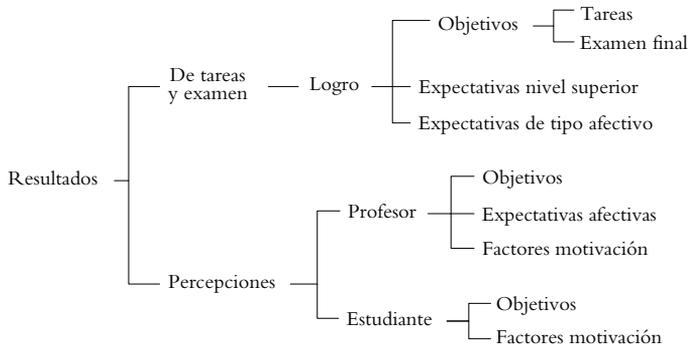


Figura 5. Resultados generales con base en información disponible

perspectivas, dado que tenemos diferentes fuentes de información. Esta multiplicidad de resultados da lugar a la posibilidad de hacer comparaciones sobre un mismo aspecto, que presento en la figura 6. Para el logro de los objetivos de aprendizaje, es posible comparar los resultados que surgen del nivel de consecución de los criterios de logro en las tareas de aprendizaje, la calificación del examen final, y los semáforos del estudiante y del profesor. Para el logro de las expectativas de tipo afectivo, se pueden comparar los resultados que surgen del nivel de consecución de los criterios de logro y de la percepción del profesor en su diario. Finalmente, es posible comparar los resultados sobre el desarrollo de los factores que influyen en la motivación a partir de la información del matematógrafo del estudiante y del profesor.



Figura 6. Comparaciones posibles

Los resultados de la evaluación pueden tener diferente grado de generalidad. Por ejemplo, en el caso de los objetivos de aprendizaje, se tiene la información para cada tarea de aprendizaje, cada objetivo de aprendizaje y

cada estudiante (figura 7). De esta forma, se puede obtener información sobre la contribución de cada tarea al objetivo de aprendizaje que le corresponde, sobre el logro de cada objetivo de aprendizaje para un estudiante específico o para el grupo de estudiantes, y sobre el logro del conjunto de objetivos de aprendizaje de la unidad didáctica, tanto para un estudiante específico como para el grupo de todos los estudiantes. Encontramos situaciones similares en los otros aspectos que mencioné en la figura 5.

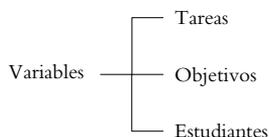


Figura 7. Variables para los objetivos de aprendizaje

2. Sistema de análisis ACE

En MAD, hemos desarrollado un sistema en Excel para el registro y análisis de la información (Marín y Gómez, 2018). Este sistema, que denominamos ACE —análisis de consecución de expectativas—, está compuesto por un conjunto de libros (archivos) de Excel que abordan los diferentes aspectos que mencioné en la figura 5. En la figura 8, presento la estructura del sistema para el caso de una unidad didáctica con tres objetivos de aprendizaje. La información que surge de la corrección de las tareas de aprendizaje y del examen final se recoge y analiza en un conjunto de archivos que denominamos ACETOS —análisis de consecución de expectativas en tareas de objetivos y superiores—. Hay un archivo de ACETOS para cada objetivo de aprendizaje. La información que se registra en los diarios del profesor y los estudiantes se recoge y analiza en un conjunto de archivos que denominamos ACETAM —análisis de consecución de expectativas en tareas de expectativas de tipo afectivo y motivación—. De manera similar, hay un archivo de ACETAM para cada objetivo de aprendizaje. Finalmente, el archivo ACLE —análisis de comparaciones entre logros y otras expectativas— permite obtener los resultados de las comparaciones que mencionamos en la figura 8.

El grupo de profesores en formación formula varios supuestos en relación con los criterios de logro: (a) una ponderación de la importancia de cada criterio de logro en los caminos de aprendizaje en los que se activa para cada tarea, (b) la contribución de cada criterio de logro a las expectativa

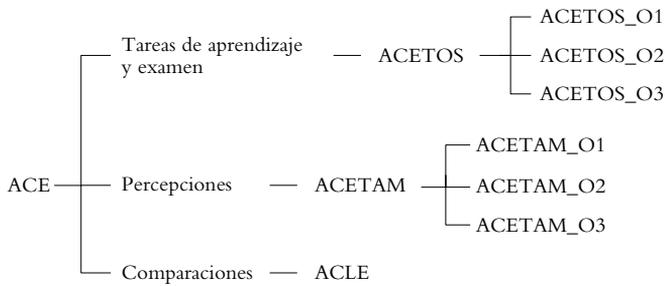


Figura 8. Sistema de análisis ACE

de aprendizaje de nivel superior en cada tarea y (c) la contribución de cada criterio de logro a las expectativas de tipo afectivo en cada tarea. Para una tarea y un estudiante, se tienen cuatro vectores con tantos elementos como criterios de logro se hayan establecido para un objetivo de aprendizaje: (a) activación de criterios de logro, (b) ponderación de criterios de logro en cada camino de aprendizaje, (c) contribución de criterios de logro a las expectativas de aprendizaje de nivel superior y (d) contribución de los criterios de logro a las expectativas de tipo afectivo. El profesor registra en el sistema ACE información de tres tipos: (a) activación de los criterios de logro y errores de los estudiantes a partir de sus producciones escritas, (b) percepciones de los estudiantes sobre su actuación y (c) percepciones del profesor sobre la actuación de los estudiantes. El sistema ACE utiliza la información sobre los errores en los que los estudiantes incurren y la correspondiente activación de los criterios de logro para generar información sobre la contribución de las tareas al logro de los objetivos de aprendizaje, las expectativas de aprendizaje de nivel superior y las expectativas de tipo afectivo. El profesor establece el nivel de activación de cada criterio de logro (0, 1 o 2) con base en los errores en los que los estudiantes pueden incurrir en ese criterio de logro. Por consiguiente, la corrección de una tarea consiste en identificar el camino de aprendizaje que el estudiante activó y los errores en los que incurrió en los criterios de logro que componen ese camino de aprendizaje.

El sistema ACE calcula, con estos datos, la contribución de cada tarea a los tres tipos de expectativas (objetivos de aprendizaje, expectativas de aprendizaje de nivel superior y expectativas de tipo afectivo). De esta forma, el estudiante informa al profesor sobre dos cuestiones: la validez del supuesto que él hizo sobre la contribución de la tarea a la expectativa en cuestión y la eficacia de la tarea para contribuir a esa expectativa. La reflexión sobre estos dos aspectos le permite al profesor revisar y mejorar el diseño de su unidad didáctica.

3. Evaluación para el aprendizaje

En este apartado, describo cómo, con los instrumentos y procedimientos que hemos propuesto, el profesor puede satisfacer dos demandas de la evaluación formativa: compartir las metas con los estudiantes y contribuir a su aprendizaje. Introdujimos la estrategia de los semáforos como un medio para promover la evaluación formativa en el diseño de la unidad didáctica. Esta estrategia le permite al profesor compartir con sus estudiantes lo que espera que ellos aprendan para cada objetivo de aprendizaje y les proporciona un medio para reconocer su progreso en el logro de esos objetivos de aprendizaje. Hemos constatado que esta estrategia tiene múltiples implicaciones en las concepciones y actuaciones de profesor y estudiantes, y promueve la evaluación para el aprendizaje en el aula (Romero, Gómez y Pinzón, en revisión). Desde la perspectiva de los estudiantes, esta estrategia les permite entender lo que hacen, constatar lo que aprenden y dejan de aprender, e indagar y constatar otras formas de abordar las tareas. La estrategia promueve la interacción y la comunicación en el aula. Estos procesos permiten a los estudiantes comprobar su avance en el aprendizaje y contribuir al de sus compañeros. Con esta estrategia, profesores y estudiantes cambian su concepción de la evaluación. Los estudiantes constatan que la evaluación es importante para su aprendizaje y los profesores se preocupan por el aprendizaje de sus estudiantes, en lugar de preocuparse exclusivamente por la enseñanza. Al tener esta información sobre la marcha, el profesor conoce los progresos y dificultades de sus estudiantes y puede adaptar su planificación a esos progresos y dificultades.

Sucede algo similar desde la perspectiva afectiva. Estudiantes y profesor completan el matematógrafo en el que los primeros informan sobre los efectos motivacionales de cada tarea y el segundo registra sus percepciones sobre esos efectos en el grupo. Esta información lleva a los estudiantes a reflexionar sobre su relación con el aprendizaje de las matemáticas. Por su lado, el profesor obtiene información, desde su percepción y la de los estudiantes, sobre la eficacia de la tarea para abordar las expectativas de tipo afectivo. Esta información le proporciona herramientas para reformular sus estrategias de enseñanza sobre la marcha y contribuir al aprendizaje de sus estudiantes.

4. Evaluación de la enseñanza

La mayoría de los profesores no evalúan la enseñanza con frecuencia: realizan este proceso una vez al año, cuando trabajan con sus colegas en la revisión del plan de área. Esta revisión es genérica y tiende a centrarse en los contenidos y en cuestiones generales de la metodología y la evaluación. Por consiguiente, no se refiere a la previsión específica de las actuaciones de los estudiantes y el profesor en una sesión de clase. El sistema ACE y los instrumentos y procedimientos que hemos introducido en MAD proporcionan información con la que el profesor puede evaluar la planificación y la implementación de la unidad didáctica. Con este sistema, el profesor puede satisfacer una de las demandas de la evaluación formativa: mejorar la enseñanza.

Como mencioné en el apartado anterior, los diarios del estudiante y el profesor proporcionan información que permiten evaluar y revisar la enseñanza sobre la marcha. Con esta información, el profesor puede, al finalizar una sesión de clase, establecer en qué medida la implementación de su planificación contribuyó a las expectativas de aprendizaje y de tipo afectivo que se había propuesto. Este análisis puede inducirlo a modificar la planificación de la siguiente sesión de clase para que se adapte al conocimiento, las capacidades y las actitudes de los estudiantes que el constató en la sesión anterior. Este proceso también puede suceder durante la sesión de clase, puesto que el profesor tiene instrumentos y procedimientos para hacer el seguimiento sobre la marcha de la actuación de los estudiantes y reaccionar con base en la información que recoge con ellos.

La enseñanza también se puede evaluar y mejorar en el mediano y largo plazo. El profesor puede establecer en qué medida la unidad didáctica, una vez implementada, contribuyó a las expectativas de aprendizaje y de tipo afectivo que se había propuesto. Este es el caso, por ejemplo, de las unidades didácticas que los grupos de profesores diseñan e implementan en MAD. Con la evaluación de la enseñanza, los grupos pueden identificar las fortalezas y debilidades de las unidades didácticas desde el punto de vista de los propósitos del profesor: contribuir al logro de los objetivos de aprendizaje, al desarrollo de las expectativas de aprendizaje de nivel superior, de tipo afectivo y de los factores que afectan la motivación, y superar las limitaciones de aprendizaje. El sistema ACE proporciona la información necesaria para este análisis. Por ejemplo, el sistema le informa al profesor sobre el nivel de logro de los objetivos de aprendizaje. Para cada objetivo de aprendizaje, el sistema calcula la contribución de cada tarea al logro del objetivo. Y, para cada tarea, el sistema

establece en qué medida los criterios de logro contribuyeron a la tarea e identifica los errores en los que los estudiantes incurrieron con mayor frecuencia. El sistema proporciona el mismo tipo de información para las expectativas de aprendizaje de nivel superior y las expectativas de tipo afectivo. En el caso de los factores que afectan la motivación, el sistema proporciona información, por tarea, tanto desde la perspectiva de los estudiantes, como del profesor.

Con esta información detallada, el profesor puede determinar específicamente aquellos aspectos del diseño de cada tarea que influyeron, negativa y positivamente, en el logro de sus propósitos. El profesor puede usar esta información para modificar el diseño de la tarea (en el primer caso) o potenciar otras tareas (en el segundo caso). Esta evaluación detallada de las tareas da lugar a un nuevo diseño de la unidad didáctica y, por consiguiente, a la mejora de la enseñanza hacia el futuro.

5. Discusión

En este capítulo, no he ejemplificado ninguna de las ideas que he desarrollado. Estos ejemplos se encuentran en los demás capítulos que componen este volumen. Cada uno de los grupos de profesores que participó en la tercera cohorte de MAD (MAD 3) presenta el análisis de su tema desde las perspectivas de los análisis de contenido, cognitivo y de instrucción; describe los instrumentos y procedimientos que utilizó para recoger información durante la implementación; formula los supuestos y las previsiones que estableció y registró en el sistema ACE; describe los resultados que obtuvo; establece, con base en esos resultados, las fortalezas y debilidades de su unidad didáctica; y propone un nuevo diseño que busca potenciar esas fortalezas y superar esas debilidades.

Como mencioné en la introducción, nuestro propósito es proporcionar oportunidades para que los profesores en formación conozcan y lleven a la práctica las ideas y demandas de la evaluación formativa. Los trabajos que se presentan en este volumen evidencian que los grupos de profesores tuvieron esas oportunidades. Las primeras indagaciones que hemos hecho ponen de manifiesto que esta experiencia ha llevado a los profesores a cambiar su concepción de la evaluación (Romero et al., en revisión). Se pasa de una visión en la que el propósito de la evaluación es clasificar a los estudiantes para satisfacer los requisitos institucionales a una visión en la que el profesor es consciente del papel de la evaluación en el aprendizaje y la enseñanza.

Los instrumentos y procedimientos que he presentado contribuyen a que los profesores logren esos propósitos.

No esperamos que los profesores implementen esos instrumentos y procedimientos en su práctica diaria con el detalle y profundidad que lo hicieron durante su posgrado. En todo caso, sí esperamos que su práctica cambie desde la perspectiva de la evaluación. Este cambio en la práctica debe surgir de dos fuentes: el cambio en la concepción de la evaluación y la implementación de ese cambio. El cambio en la concepción de la evaluación implica que los profesores usen la evaluación para contribuir al aprendizaje de los estudiantes y para mejorar su propia enseñanza. Al cambiar el foco de atención, deben interesarse por recoger y analizar información para esos propósitos. Ellos tendrán que construir los instrumentos y procedimientos que mejor se adapten a su contexto. Por ejemplo, algunos profesores nos han informado sobre sus estrategias para simplificar el uso de la estrategia de los semáforos de tal forma que sea útil en la práctica diaria (Romero et al., en revisión).

6. Contenido del libro

Los capítulos 2 a 8 de este libro presentan los informes finales de los siete grupos de profesores que participaron en la tercera cohorte de la Maestría en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Estos grupos de profesores abordaron, en su orden, los siguientes temas de las matemáticas escolares de educación básica secundaria y media: rotación, distancia entre dos puntos, función constante, lineal y afín, espacios muestrales estocásticos, probabilidad condicional, función exponencial creciente y principio de multiplicación.

Los capítulos no pueden presentar con detalle todo el trabajo que los grupos realizaron en el proceso de diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica para su tema. Estos resumen el proceso de análisis del tema y de producción del diseño previo que implementaron en el aula, y describen, con el detalle que permite el espacio disponible, el proceso que realizaron para recoger, registrar y analizar la información que surgió de la implementación de ese diseño previo. Con el propósito de poner en evidencia el papel de la evaluación formativa en el análisis y mejora de la enseñanza, los grupos de profesores presentan, con algún detalle, los resultados que obtuvieron con el sistema ACE sobre el aprendizaje de los estudiantes y

se basan en esos resultados para identificar y justificar las modificaciones que realizaron en el diseño previo. Estas modificaciones dan lugar a un diseño final que presentan en el penúltimo apartado de cada capítulo. Invito al lector interesado a revisar los anexos de cada capítulo. En esos documentos, se encuentra la información detallada que sustenta las ideas que se presentan a lo largo del texto de cada capítulo.

7. Agradecimientos

Agradezco a Paola Castro, Andrés Pinzón y Alexandra Bulla, quienes hicieron comentarios a una primera versión de este capítulo. La tercera promoción de MAD fue posible gracias al apoyo de diversas personas e instituciones. La Gobernación de Cundinamarca apoyó a profesores del departamento y la Secretaría de Educación del Distrito a profesores de Bogotá. Las fundaciones Bolívar Davivienda, Juan Pablo Gutiérrez Cáceres y Compartir apoyaron a diversos estudiantes del programa. El Icetex, la Universidad de Granada y la Universidad de Cantabria aportaron fondos para los viajes de algunos de los formadores españoles.

MAD 3 es la primera cohorte de la Maestría en Educación Matemática en la que todos los tutores son colombianos, en su mayoría, exalumnos de MAD 1. Algunos de ellos también fueron formadores, junto con los profesores españoles María C. Cañadas, María José González, Isabel Romero y Antonio Marín, a quienes agradezco su interés y permanencia en el programa.

Finalmente, quiero agradecer a Paola Castro, exalumna de MAD 1, responsable de la cohorte, quien fue la responsable de que MAD 3 llegara a buen puerto, al acompañar semanalmente a los estudiantes y resolver todos los inconvenientes que surgieron sobre la marcha. Ella realizó este trabajo con el apoyo de Andrés Pinzón, exalumno de MAD 1 y coordinador del programa, quien estuvo a cargo de la cohorte en su primer semestre.

8. Referencias

Cañadas, M. C., Gómez, P. y Pinzón, A. (2018). Análisis de contenido. En P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 53-112). Bogotá: Universidad de los Andes.

- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
- Gómez, P. y González, M. J. (2013). Diseño de planes de formación de profesores de matemáticas basados en el análisis didáctico. En L. Rico, J. L. Lupiañez y M. Molina (Eds.), *Análisis didáctico en Educación Matemática: Formación de profesores, innovación curricular y metodología de investigación* (pp. 121-139). Granada: Comares.
- Gómez, P., González, M. J. y Romero, I. (2013). Caminos de aprendizaje y formación de profesores de matemáticas. En L. Rico, M. C. Cañadas, J. Gutiérrez, M. Molina y I. Segovia (Eds.), *Investigación en didáctica de la matemática: Homenaje a Encarnación Castro* (pp. 177-183). Granada: Comares.
- Gómez, P., Mora, M. F. y Velasco, C. (2018). Análisis de instrucción. En P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 197-268). Bogotá: Universidad de los Andes.
- González, M. J. y Gómez, P. (2018). Análisis cognitivo. En P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 113-196). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2013). PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy. Descargado el 30/1/2014, de http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/PISA_2012_framework_e-book_final.pdf
- Romero, I. y Gómez, P. (2018). Análisis de actuación. En P. Gómez (Ed.), *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 269-301). Bogotá: Universidad de los Andes.
- Romero, I., Gómez, P. y Pinzón, A. (en revisión). *Compartir metas de aprendizaje: Una estrategia de evaluación formativa en clase de matemáticas*. Documento no publicado. Bogotá: Universidad de los Andes y Universidad de Almería.
- Schoenfeld, A. H. (2015). Summative and formative assessments in Mathematics supporting the goals of the Common Core Standards. *Theory Into Practice*, 54(3), 183-194.