

EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

Andrés Pinzón y Pedro Gómez

En este documento, describimos la evaluación de un programa de formación de profesores, la Maestría en Educación Matemática de la Universidad de los Andes, a través de la comparación de las caracterizaciones de las prácticas curriculares de planificación e implementación de sus egresados al comienzo del programa y después de haberlo terminado.

La Maestría en Educación Matemática es una maestría de profundización para profesores de matemáticas de secundaria. Su propósito es contribuir a la capacidad del profesor para diseñar e implementar oportunidades de aprendizaje que contribuyan a la mejora del rendimiento de los escolares en matemáticas.

Este documento se organiza de la siguiente forma. En el primer apartado, presentamos el marco conceptual. En el segundo apartado, describimos los objetivos del estudio. En la tercera parte, presentamos el instrumento de recolección de información usado. En el tercer apartado, describimos los procedimientos para el análisis de la información. En el cuarto, presentamos los resultados por grupos de preguntas, dimensiones y conjuntos de prácticas curriculares. Finalmente, sugerimos algunas recomendaciones para los ajustes al programa de formación y un apartado de discusión.

1. MARCO CONCEPTUAL

La planificación del profesor se describe de diferentes maneras, pero gira alrededor de un tema común. Se trata de “la interacción del profesor con el contenido para llegar a decisiones sobre qué y cómo un contenido particular se debe abordar para satisfacer las condiciones únicas de una situación de enseñanza” (Lai y Lam, 2011, p. 221). Se refiere, por tanto, a las decisiones de enseñanza y aprendizaje que el profesor toma con anterioridad a la ejecución de sus planes en el aula (Sardo-Brown, 1996, p. 519). La importancia de la planificación del pro-

fesor en su actuación en el aula y, como consecuencia, en el aprendizaje de los estudiantes, ha generado diversos trabajos en la literatura de investigación.

De otra parte, dado que el propósito de un plan consiste en ser llevado a la práctica, es posible considerar diferentes momentos para la noción de currículo: desde su diseño o planificación, pasando por su implementación y terminando en su evaluación. Diversos estudios muestran que el currículo se transforma en ese tránsito entre su planificación, su implementación y la constatación de lo que se logró con dicha implementación (p. ej., Cho, 1998; Fullan y Pomfret, 1977; Mowbray, Holter, Teague y Bybee, 2003; Remillard y Heck, 2014).

Aunque la noción de implementación tiene muchos significados, tomamos de referencia la definición propuesta por Remillard y Heck (2014) como “las interacciones entre profesores y estudiantes alrededor de las tareas de cada sesión de clase y de las sesiones de clase que configuran una unidad de enseñanza” (p. 711). La implementación del currículo implica una transformación de aquello planificado puesto que la actuación del profesor debe adaptarse a la complejidad de los eventos que suceden en clase a lo largo de una sesión (Cho, 1998, p. 21). El profesor debe adaptar su actuación a las variaciones del contexto, a la actuación de los estudiantes, a la forma como ellos interactúan con el contenido matemático a través de materiales y recursos, y a la complejidad del mismo contenido matemático (Remillard y Heck, 2014, p. 714). Algunos autores (p. ej., Cohen y Ball, 1999; Rezat, 2012) representan algunas de estas interacciones mediante un triángulo cuyos vértices son los profesores, los estudiantes y el material educativo.

Modelo del análisis didáctico

El modelo del análisis didáctico (Gómez, 2018) nos permite establecer los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos que un profesor debería tener idealmente a la hora de planificar e implementar una clase o una unidad didáctica sobre un tema concreto de las matemáticas escolares (González y Gómez, 2014). Para ello, el modelo utiliza, para cada dimensión del currículo, un conjunto de conceptos pedagógicos (los organizadores del currículo, Rico, 1997) que permiten al profesor analizar y producir información sobre el tema, de cara a utilizar esa información para producir y fundamentar su propuesta curricular.

El análisis de contenido (dimensión conceptual) implica la capacidad del profesor para identificar los conceptos y procedimientos que caracterizan el tema (y sus relaciones), las diversas formas de representarlo, y los fenómenos que le dan sentido. El resultado de analizar el tema desde esta dimensión es una descripción estructurada de los diferentes significados que lo caracterizan en el contexto de las matemáticas escolares.

La información que surge del análisis de contenido sirve de fundamento para el análisis cognitivo (dimensión cognitiva). Con este análisis, el profesor establece y caracteriza sus expectativas de aprendizaje con respecto al tema (en términos de competencias, objetivos de aprendizaje y capacidades), identifica los errores en los que estudiantes pueden incurrir cuando aborden las tareas que les propone y describe sus previsiones acerca de cómo se desarrollará el aprendizaje de los estudiantes.

Con el análisis de instrucción (dimensión formativa) y con la caracterización de los objetivos de aprendizaje como referencia, el profesor selecciona y describe las tareas que configuran su planificación (en términos de sus requisitos, metas, formulación, materiales y recursos, agrupamiento, interacción y temporalidad), prevé las posibles actuaciones de sus estudiantes y la suya propia, analiza esas tareas y las modifica de tal forma que contribuyan eficientemente al logro de los objetivos de aprendizaje y a la superación de los errores y dificultades

de los estudiantes. El profesor también describe, analiza y mejora la secuencia de tareas que configura su planificación. Algunas de las ideas del análisis cognitivo y el análisis de instrucción se inspiran en las propuestas de Simon y sus colaboradores sobre los ciclos de enseñanza y aprendizaje (Simon, 1994, 1995, 2014; Tzur, Simon, Heinz y Kinzel, 2001).

Finalmente, con el análisis de actuación (dimensión social), el profesor complementa su planificación, al incluir instrumentos y procedimientos de recolección y análisis de información que le permitan, en la práctica, constatar el avance de sus estudiantes en el logro de los objetivos de aprendizaje y la superación de sus errores y dificultades; evaluar a los estudiantes de acuerdo con los requisitos institucionales; y verificar en qué medida su propuesta ha satisfecho esos propósitos (evaluar la enseñanza). Por tanto, este análisis atiende tanto a la evaluación de la actuación de los estudiantes para su aprendizaje, como a la evaluación de la actuación del profesor con el propósito de mejorar la enseñanza.

Al abordar las cuatro dimensiones del currículo, el modelo del análisis didáctico compara procesos e ideas con la mayoría de los modelos y esquemas que se han propuesto para la planificación y la implementación. La mayoría de estos modelos ponen el foco de atención en los objetivos de aprendizaje (p. ej., John, 2006), destacan el papel de las actividades de enseñanza y la evaluación (p. ej., Little, 2003; Milkova, 2012) o incluyen el análisis del contenido (p. ej., Causton-Theoharis, Theoharis y Trezek, 2008; Rusznyak y Walton, 2011). El modelo del análisis didáctico tiene la virtud de atender todas estas cuestiones desde la especificidad de las matemáticas escolares.

El modelo del análisis didáctico se ha venido utilizando como marco conceptual para el diseño e implementación de programas de formación de profesores de matemáticas de educación básica y media en Colombia. El modelo permite configurar un proceso de formación en el que grupos de profesores en formación realizan un ciclo de planificación, implementación, evaluación y mejora de unidades didácticas sobre temas concretos de las matemáticas escolares. Estos procesos se basan en los cuatro análisis del análisis didáctico. Cada grupo de profesores en formación selecciona un tema de las matemáticas escolares, lo analiza desde las perspectivas de los análisis de contenido, cognitivo y de instrucción para formular, y justifica un diseño curricular que lleva a la práctica en el aula. El análisis de actuación sustenta los procedimientos de recolección, codificación y análisis de la información con el que los grupos profesores en formación evalúan el diseño curricular y su implementación con el propósito de identificar sus fortalezas y debilidades, para producir un nuevo diseño de la unidad didáctica (Gómez y González, 2008, 2009, 2013a, 2013b; Gómez, González y Romero, 2014; González y Gómez, 2014; González, Gómez y Restrepo, 2015).

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Con este proyecto, nos proponemos evaluar un programa de formación, la Maestría en Educación Matemática, en relación con las prácticas de planificación, implementación y evaluación que desarrollan sus egresados. Para alcanzar este objetivo, proponemos unos objetivos específicos.

- ♦ Caracterizar la actuación de los profesores que han participado en el programa de formación, desde las perspectivas de la planificación, la implementación y la evaluación, antes y después de su participación.

- ◆ Comparar las caracterizaciones de la actuación de los profesores que han participado en el programa de formación, desde la perspectiva de la planificación, la implementación y la evaluación, antes y después de su participación.

3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Caracterizamos las prácticas curriculares de los egresados del programa de formación mediante un cuestionario. Este instrumento solicita a los profesores que describan cómo fue una de sus clases más recientes. Por tanto, no se indaga sobre lo que el profesor considera ideal o su opinión sobre las prácticas curriculares, sino sobre hechos concretos que él ha realizado recientemente.

El cuestionario consta de 85 preguntas y está organizado en tres apartados: planificación (59 preguntas), implementación (23 preguntas) y evaluación (3 preguntas). Las preguntas del cuestionario son tanto abiertas, como de opción múltiple. Las preguntas sobre planificación abordan los documentos que tuvo el profesor presente para su diseño, las expectativas de aprendizaje, la selección de recursos y materiales, y la selección y secuenciación de las tareas. El apartado de implementación centra su atención en las interacciones, las actuaciones del profesor con motivo de las respuestas de los estudiantes y sus errores, y las modificaciones realizadas sobre la marcha. La tercera y última parte indaga por el uso que hace el profesor de la información recolectada con motivo de evaluar a sus estudiantes y evaluar su implementación. En la figura 1 describimos la organización del cuestionario a partir de los tres apartados señalados.

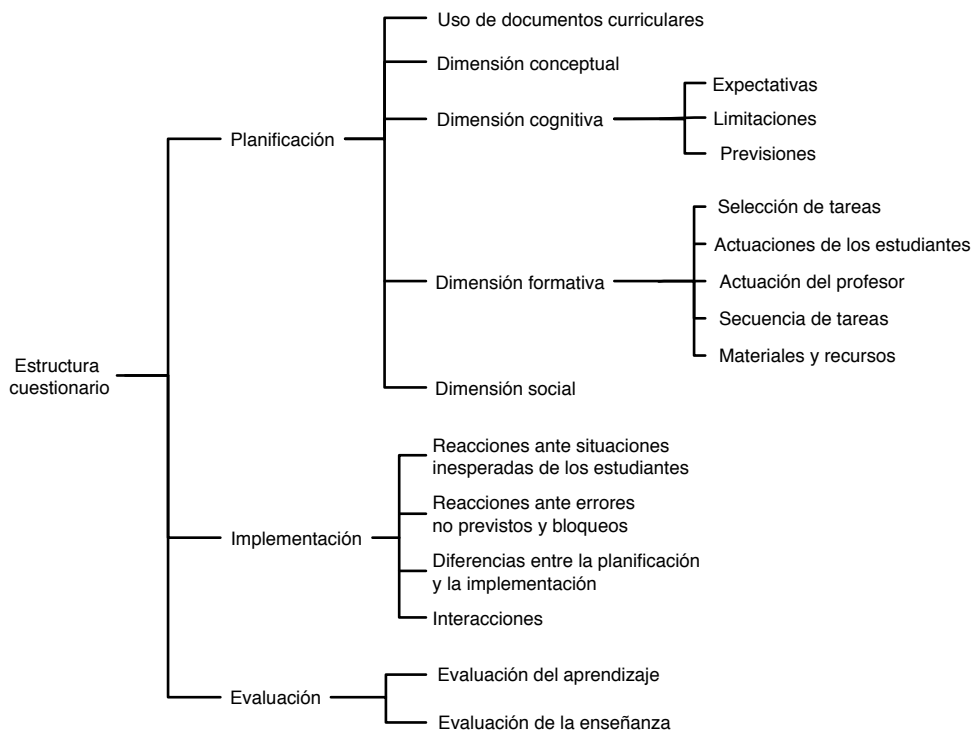


Figura 1. Estructura del cuestionario

4. PROCEDIMIENTOS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para cada pregunta, formulamos unos códigos que permiten caracterizar las respuestas de los estudiantes. En algunos casos, también formulamos categorías para grupos de códigos. En el siguiente enlace se puede acceder al documento con el listado de códigos y su descripción para cada una de las preguntas: goo.gl/DdaFvc.

Con la información presentada en este documento de códigos y el archivo de respuestas de una cohorte, elaboramos matrices en Excel por pregunta (ver figura 1), de modo que las filas son las respuestas de los profesores y las columnas son los códigos formulados para la pregunta, como se puede ver en el ejemplo de la figura 1. Cada código cuenta con un número y una fila de total para todas las respuestas que le han sido asignadas.

4.6b (b) Describe en qué momentos ibas a pedir a los estudiantes que realizaran actividades (resolver tareas, pasar al tablero).		Códigos			
Respuestas		No responde la pregunta	Continuamente	Tras explicaciones	Tras aclarar dudas
Número código		1	2	3	4
Total		3	9	15	5
1	En muchas ocasiones, pero el tiempo no ayuda.		1		
2	Se hicieron sustentaciones constantes en el tablero y de manera escrita. actividades grupales después de una explicación.		1		
3	Posterior a la explicación se trabaja en grupos cooperativos			1	
4	Después de hacer la explicación las niñas tienen una actividad dirigida, en la que ellas trabajan en grupos y hacen preguntas a la docente. Después una actividad individual donde ellas ponen a prueba que tanto entendieron del tema.			1	
5	Después de realizar la explicación del tema, en el momento de la ejercitación y la resolución de problemas, en el momento que el estudiante debe realizar una tarea de evaluación del tema.			1	

Figura 1. Ejemplo de matriz de codificación

Una vez dispuesta la información en la matriz, procedimos a ubicar “1” frente a cada respuesta en la(s) columna(s) que corresponda(n). La fila de total tiene la fórmula de suma de cada columna para así poder tener la cantidad de respuestas asignadas a cada código.

Debido a que varias de las preguntas son de respuesta abierta, las respuestas pueden ser etiquetadas con más de un código. Para estos casos, dividimos las respuestas en fragmentos y a cada uno de estos le asignamos un código, según correspondía.

Ponderación de códigos

Para evaluar el impacto del programa en relación con la cuestión que aborda una pregunta, establecimos, con base en los códigos determinados y la respuesta de un profesor, en qué medida esa respuesta se acerca a la respuesta de un profesor “ideal” que satisfaga las expectativas del programa. Para ello, asignamos una ponderación a cada código. Estas ponderaciones representan la importancia relativa que, de acuerdo con las expectativas del programa, ten-

drían las respuestas de ese profesor ideal. Por ejemplo, para la pregunta ¿Cómo usaste el plan de área?, establecimos los códigos y ponderaciones presentados en la tabla 2. Asignamos a los códigos “Expectativas” y “Evaluación” la mayor importancia. Esto se traduce en unos porcentajes del 40% y 25%, respectivamente. Estas ponderaciones están en consonancia con el propósito del programa, en tanto el foco de la planificación debe ser el aprendizaje de los estudiantes por encima de una presentación de contenidos.

Tabla 2
Ponderación de códigos de la pregunta 4.1.a

Código	Ponderación
No responde la pregunta	0%
Evaluación	25%
Expectativas	40%
Contenidos	15%
Temporalidad	5%
Metodología	10%
Institucional	5%
Respuesta general	0%

Al asignar una ponderación a cada código, es posible establecer una medida en la que la respuesta de un profesor a la pregunta se acerca a lo que se espera que un egresado “ideal” de la maestría responda a la pregunta. Para ello, realizamos, para cada profesor, el producto escalar de las ponderaciones de cada código con la codificación correspondiente del profesor como se observa en la figura 2.

4.1- 4.1a ¿Tuviste en cuenta el plan de área para preparar el tema?. Si respondiste afirmativamente a la pregunta anterior, ¿Para qué usaste la información del plan de área en la preparación del	Códigos																
	No responde pregunt	0%	Evaluac	25%	Expectativ	40%	Contenid	15%	Temporalid	5%	Metodologi	10%	Institucion	5%	Respuer general		
Tota	1	0%	4	0%	1	0%	2	0%	1	0%	0	0%	1	0%	0	0%	0%
201427088	1	0%	4	0%	1	0%	2	0%	1	0%	0	0%	1	0%	0	0%	0%
201420959	2	0%	1	25%	1	40%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	65%
200919475	3	0%	1	25%	0	0%	1	15%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	40%
201421554	4	0%	1	25%	0	0%	0	0%	1	5%	0	0%	1	5%	0	0%	35%
201422721	5	0%	1	25%	0	0%	1	15%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	40%
...	...																

Figura 2. Ejemplo de ponderaciones a los códigos de una pregunta

Para este caso particular, los profesores 201420959 (el segundo de la lista) y 201421554 (el cuarto) generan las medidas 65 y 35, respectivamente.

Si las ponderaciones que se asignan a los códigos representan apropiadamente nuestra posición sobre lo que un egresado “ideal” del programa podría responder a la pregunta, entonces esta medida nos permite comparar los dos estudiantes y afirmar que el primero se acerca más que el segundo a ese perfil. Aclaramos que nuestro interés no es comparar entre sí a profesores de una misma cohorte.

Resulta evidente que la fiabilidad de este procedimiento en relación con el objetivo de investigación depende de las ponderaciones de los códigos: ¿cómo podemos determinar unas ponderaciones que podamos justificar? Nuestra solución a esta pregunta fue definir con el comité académico esos valores. Los miembros de este comité son los responsables del programa y tienen en mente lo que esperan de sus egresados. La metodología para establecer esas ponderaciones consistió inicialmente en dar a cada miembro del comité las preguntas del cuestionario con sus respectivos códigos para que asignaran las ponderaciones que consideraban se ajustan al perfil del egresado y las justificaron por escrito. En un segundo momento, reunimos al comité y discutimos las ponderaciones asignadas y sus justificaciones. Finalmente, llegamos a un consenso de cuáles eran las valoraciones más apropiadas para cada pregunta.

Análisis estadísticos de comparación

Antes de aplicar un análisis estadístico particular, nos interesamos por abordar tres cuestiones: (a) ¿son las respuestas al cuestionario de entrada estadísticamente diferentes a las del cuestionario de salida?, (b) si son diferentes, ¿las respuestas de salida son mayores (en términos de la variable con la que medimos esas respuestas) que las de entrada? y (c) ¿en qué medida son mayores?

Dado que la muestra está compuesta por los mismos sujetos que responden el cuestionario de entrada y salida, utilizamos la prueba t-Student para datos apareados (o muestras dependientes). Como veremos más adelante, esta prueba nos permitió responder a las primeras dos cuestiones del párrafo anterior. Para abordar la tercera cuestión, utilizamos el estadístico conocido como tamaño del efecto. Usualmente se utiliza la d de Cohen para este propósito, que adaptamos a una muestra de tamaño reducido.

Por ejemplo, para los datos de los 23 profesores en formación que respondieron a la pregunta ¿para qué usaste la información del plan de área en la preparación del tema?, presentamos, en la figura 3, los resultados que se obtienen para el estadístico t-Student para datos apareados.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Después</i>	<i>Antes</i>
Media	64,5217391	55,5652174
Varianza	85,5790514	454,48419
Observaciones	23	23
Coeficiente de correlación de	0,27916199	
Diferencia hipotética de las m	0	
Grados de libertad	22	
Estadístico t	2,07153859	
P(T<=t) una cola	0,02511838	
Valor crítico de t (una cola)	1,71714437	
P(T<=t) dos colas	0,05023676	
Valor crítico de t (dos colas)	2,07387307	

Figura 3. Ejemplo de estadístico t-Student de datos apareados

Estos resultados se interpretan de la siguiente manera. El coeficiente de correlación de Pearson mide la fuerza de la relación lineal entre los valores cuantitativos apareados (Triola,

2004, p. 499): si es igual a 1 es una correlación perfecta (al aumentar una variable la otra aumenta proporcionalmente); si es cero, no hay correlación; y, si es -1, es una correlación inversa (al aumentar una variable la otra disminuye proporcionalmente). Para nuestro caso, el coeficiente es de 0,27, que es cercano a 0, luego no hay una correlación lineal entre los datos de entrada y salida del cuestionario.

Por otra parte, el sistema nos ofrece dos opciones para hacer pruebas de hipótesis: el cálculo del estadístico t y el respectivo valor crítico de la región de aceptación de la hipótesis nula, y el valor del estadístico P. Obtenemos las mismas conclusiones usando cualquiera de las dos opciones. Empezaremos por describir la prueba con el estadístico t. La hipótesis nula que formulamos (diferencia hipotética de las medias) es que no hay diferencia significativa entre los datos, antes y después, de ahí que el valor sea cero (0). La hipótesis alternativa es que la media de los datos del después es mayor que la media del antes. El estadístico t es un valor calculado a partir de los datos muestrales, que se utiliza para tomar la decisión sobre el rechazo de la hipótesis nula (Triola, 2004, p. 374); en nuestro caso, el valor es 2,07. El valor crítico es el valor que separa la región crítica (donde rechazamos la hipótesis nula) de los valores del estadístico de prueba que conducen al no rechazo de la hipótesis nula. Los valores críticos dependen de la naturaleza de la hipótesis alternativa, de la distribución de muestreo que se aplique y del nivel de significancia (Triola, 2004, p. 376); en nuestro caso es de 1,71 para un nivel de significancia del 95% y una prueba de una cola. Dado que suponemos que los datos se distribuyen simétricamente, a lado y lado de la media, el valor de t (2,07) es mayor que el valor crítico de nuestra prueba t-Student (1,71) y, por tanto, por fuera de la región de no rechazo de la hipótesis nula.

El otro mecanismo que nos da el sistema, para la misma prueba de hipótesis, es por medio del valor P. El valor P [$P(T \leq t)$ una cola] es el estadístico que determina la significancia estadística de la prueba t. Si P es menor que 0,05 (o menor al 5%) significa que se puede rechazar la hipótesis nula dado que la diferencia es significativa en un intervalo de confianza del 95% y, por tanto, es poco probable que la diferencia se deba al azar o a un error de muestreo (Coe y Soto, 2003). El valor de P nos indica la probabilidad de haber obtenido el resultado dado si suponemos que la hipótesis nula es cierta.

Con la información anterior, solo sabemos que sí se produjo un efecto, pero no sabemos la medida de ese efecto. Por tanto, es necesario complementar nuestro análisis con el tamaño del efecto. El estadístico del tamaño del efecto para esta misma pregunta nos proporciona los resultados que presentamos en la figura 4. Los datos necesarios para su cálculo son, para cada conjunto de datos, la media la desviación estándar y el número de datos (observaciones).

	Entrada	Salida
Media	34,78261	45,65217
Desviación estandar	13,43996	17,79328
Observaciones	23	23
Cohen's d	0,6894	

Figura 4. Tamaño del efecto para la pregunta 4.1.a

La medida del tamaño del efecto puede verse afectada por el tamaño de la muestra; por tanto, se sugiere corregir este sesgo. Al aplicar la fórmula de corrección¹ presentada por Coe y Soto (2003), la medida insesgada es igual a 0,67. Según la literatura, un valor del efecto para la d de Cohen cercano a 0,2 se considera pequeño, un efecto cercano a 0,5 se considera mediano y cercano a 0,8 se considera grande (Coe y Soto, 2003). Luego, para la pregunta en cuestión podemos afirmar que hay efecto (o impacto) considerable del programa en relación con el uso del plan de área en la preparación de la clase.

Agrupación de resultados

Como también queremos determinar el impacto del programa por cuestiones puntuales de las prácticas curriculares, interpretamos los resultados por conjunto de preguntas y por dimensiones del currículo. Consideramos que, al tener un valor de la nueva variable por profesor para cada pregunta, se pueden sumar los valores correspondientes de cada pregunta, ponderarlas y obtener un valor medio del conjunto de preguntas, tanto para el antes como el después, y así obtener una nueva variable aleatoria con su respectiva ponderación dentro de una dimensión del currículo. En la figura 5 se presenta un ejemplo con dos profesores y un conjunto de cuatro preguntas.

Cuestionario entrada	Grupo de preguntas				
Preguntas	4.1	4.1.a	4.1.b	4.1.c	Total
Estudiante/Ponderación	10%	10%	40%	40%	100%
201427088	14	40	35	70	60
201420959	20	30	40	60	63
Cuestionario salida	Grupo de preguntas				
Preguntas	4.1	4.1.a	4.1.b	4.1.c	Total
Estudiante/Ponderación	10%	10%	40%	40%	100%
201427088	20	35	40	70	68
201420959	35	45	50	55	82

Figura 5. Ejemplo de agrupación de preguntas

Como se observa, las cuatro preguntas tienen ponderaciones diferentes (10%, 10%, 40% y 40%) y, para obtener el valor medio del conjunto de preguntas, realizamos nuevamente un producto escalar de las ponderaciones de cada código con la codificación correspondiente del profesor en cada pregunta. Una vez se tienen estos valores para cada profesor procedimos a aplicar nuevamente el estadístico t de Student para determinar si hay o no un cambio significativo por grupo de preguntas y determinamos una vez más el respectivo tamaño del efecto por el grupo de preguntas.

Estructura para la medición y análisis de la información

A continuación, describimos, con base en la estructura del cuestionario, las respectivas ponderaciones por grupo de preguntas. El propósito de esta estructura es obtener medidas adecuadas al objetivo del estudio para las secciones del cuestionario (con base en las respuestas a las preguntas que las componen) y al cuestionario global (con base en las secciones). En la figura 5 se presenta la estructura general por apartados, dimensiones y categorías, con sus respectivas ponderaciones.

¹ Estimación insesgada de d (d'). $d' = d(1 - \frac{3}{(4(n_1+n_2)-9)})$

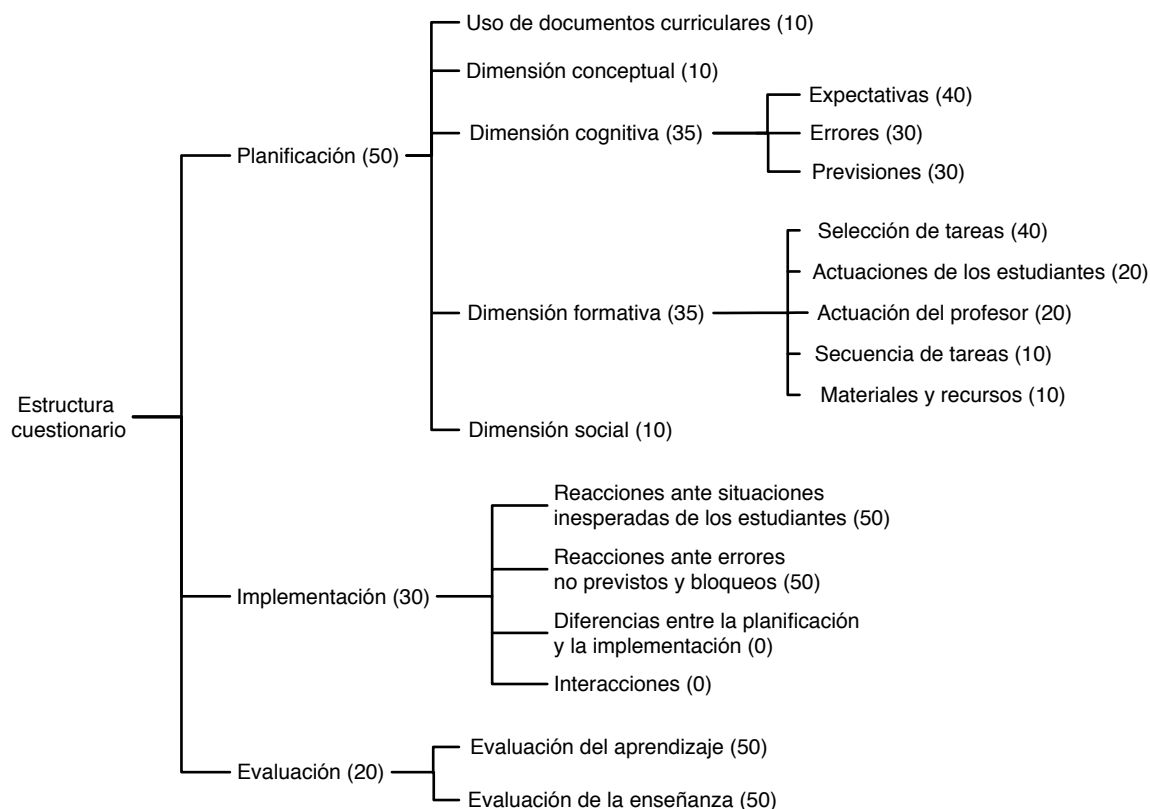


Figura 5. Estructura y ponderaciones del cuestionario por dimensiones y grupos de preguntas

Como podemos observar en la figura 5, el apartado de planificación, con una ponderación del 50%, se organizó en cinco categorías: uso de documentos curriculares, dimensión conceptual, dimensión cognitiva, dimensión formativa y dimensión social. La dimensión cognitiva, a su vez, se dividió en expectativas, errores y previsiones. La dimensión formativa, se dividió en selección de tareas, actuaciones de los estudiantes, actuación del profesor y secuencia de tareas.

El apartado de implementación, con una ponderación del 30%, se organizó en cuatro categorías: reacciones ante actuación inesperada de los estudiantes, reacciones ante los errores no previstos y los bloqueos, diferencias entre la planificación y la implementación del currículo, e interacciones. El apartado de evaluación, con una ponderación del 20%, se organizó en dos categorías: evaluación del aprendizaje y evaluación de la enseñanza.

5. RESULTADOS POR GRUPOS DE PREGUNTAS, DIMENSIONES Y CONJUNTOS DE PRÁCTICAS CURRICULARES

Para cada conjunto de preguntas presentamos el valor del estadístico t, el valor P de una cola, el rechazo o no de la hipótesis de diferencia igual a cero de las medias (recordemos que la hipótesis alternativa es la diferencia entre el después y el antes es mayor a cero) y el tamaño del efecto, si se rechaza la hipótesis de igualdad de las medias.

Planificación

Presentamos los resultados obtenidos para el apartado de planificación en la tabla 3.

Tabla 3
Resultados de las prácticas de planificación

VARIABLES	Estadístico t	Valor P para una cola	Rechazo de H_0 *	Efecto**
Uso de documentos curriculares	2,07	0,025	Si	0,55
Dimensión conceptual	0,87	0,19	No	
Dimensión cognitiva				
Expectativas	0,88	0,19	No	
Errores	1,98	0,03	Si	0,61
Previsiones	0,42	0,33	No	
<i>Total dimensión cognitiva</i>	1,72	0,04	Si	0,52
Dimensión formativa				
Selección de tareas	1,44	0,08	No	
Actuaciones de los estudiantes	-1,94	0,03	Si	-0,54
Actuación del profesor	-0,09	0,46	No	
Secuencia de tareas	1,27	0,1	No	
Materiales y recursos	-0,61	0,27	No	
<i>Total dimensión formativa</i>	1,28	0,1	No	
Dimensión social	-0,8	0,21	No	
<i>Total planificación</i>	2,02	0,02	Si	0,57

* $\alpha=0,05$, equivalente a un intervalo de confianza del 95%

** Efecto d de Cohen

Los resultados nos muestran que en la mayoría de las variables consideradas en la planificación no hay diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, hay tres variables en las que sí hay diferencias estadísticamente significativas. En el uso de documentos curriculares (estándares básicos de competencias, lineamientos y plante de área) encontramos una diferencia positiva y un efecto mediano en esta variable. Otra diferencia positiva, y con efecto un poco mayor que en la anterior variable, es en la variable de previsión de errores de los estudiantes. En la tercera variable, relacionada con la previsión de la actuación de los estudiantes, la diferencia es negativa; lo cual implicaría una oportunidad de mejora para el programa.

En cuanto a las dimensiones del currículo, solo la dimensión cognitiva muestra una diferencia estadísticamente significativa y con un efecto mediano positivo. Finalmente, al valorar todo el apartado de prácticas de planificación, encontramos que hay una diferencia estadísticamente significativa y con un efecto mediano positivo. Por tanto, el programa de formación parece tener un efecto positivo en las prácticas de planificación de sus egresados. Específicamente, relacionadas con el uso de documentos curriculares y las previsiones de los errores de los estudiantes.

Implementación

En la tabla 4, presentamos los resultados relacionados con el apartado de implementación.

Tabla 4

Resultados de las prácticas de implementación

VARIABLES	Estadístico t	Valor P para una cola	Rechazo de H_0 *	Efecto**
Reacciones ante situaciones inesperadas de los estudiantes	-1,12	0,13	No	
Reacciones ante errores y bloqueos de los estudiantes	-2,12	0,22	Si	-0,6
<i>Total implementación</i>	-1,78	0,04	Si	-0,48

* $\alpha=0,05$, equivalente a un intervalo de confianza del 95%

** Efecto d de Cohen

Estos resultados nos muestran que el programa no tiene un efecto estadísticamente significativo en cómo los profesores reaccionan ante situaciones inesperadas de los estudiantes. Sin embargo, si evidenciamos un efecto estadísticamente significativo, pero con signo negativo, en las reacciones ante errores y bloqueos de los estudiantes. Lo cual implicaría una oportunidad de mejora para el programa, junto con la valoración total de la implementación, donde la diferencia es negativa.

Evaluación

En la tabla 5, presentamos los resultados relacionados con el apartado de evaluación.

Tabla 5

Resultados de las prácticas de evaluación

VARIABLES	Estadístico t	Valor P para una cola	Rechazo de H_0 *	Efecto**
Evaluación del aprendizaje	0,44	0,32	No	
Evaluación de la enseñanza	-0,43	0,23	No	
<i>Total evaluación</i>	-0,22	0,41	No	

* $\alpha=0,05$, equivalente a un intervalo de confianza del 95%

** Efecto d de Cohen

En este apartado las diferencias no resultan ser estadísticamente significativas. Por tanto, no podemos afirmar que el programa tenga algún efecto en estas prácticas curriculares. Pero, no podemos desconocer, que también representan otra oportunidad de mejora para el programa.

Prácticas curriculares

Finalmente, presentamos los resultados del conjunto de prácticas curriculares. Podemos observar los resultados de este conjunto en la tabla 6.

Tabla 6
Resultados de las prácticas curriculares

Variables	Estadístico t	Valor P para una cola	Rechazo de H_0 *	Efecto**
Planificación	2,02	0,02	Si	0,57
Implementación	-1,78	0,04	Si	-0,48
Evaluación	-0,22	0,41	No	
<i>Total prácticas curriculares</i>	0,49	0,31	No	

* $\alpha=0,05$, equivalente a un intervalo de confianza del 95%

** Efecto d de Cohen

Al evaluar el conjunto de prácticas curriculares, observamos que no hay un efecto estadísticamente significativo del programa en los cambios de las prácticas curriculares de los egresados. Esta información resulta relevante ya que nos permite identificar fortalezas y debilidades del programa y podemos así, proponer algunas oportunidades de mejora del mismo.

6. RECOMENDACIONES DE AJUSTES AL PROGRAMA DE FORMACIÓN

Con base en los anteriores resultados, proponemos algunas oportunidades de mejora para el programa de formación. En cuanto a las prácticas curriculares de planificación, el programa puede hacer unos esfuerzos relacionados con la forma en que se aborda la dimensión formativa en su diseño curricular, ya que allí encontramos el mayor número de diferencias negativas entre el después y el antes.

En cuanto a las prácticas curriculares de implementación, el programa puede hacer una revisión de cómo los profesores llevan sus diseños curriculares al aula. Esto podría incluir la posibilidad de un mayor acompañamiento en el momento de la implementación de su unidad didáctica o el registro de videos para su revisión y respectiva realimentación.

Por último, en relación con las prácticas curriculares de evaluación, el programa puede continuar avanzado en las reflexiones que sus estudiantes hacen tanto del aprendizaje de sus estudiantes como de su propia práctica de modo, que se puedan apreciar algunos cambios significativos en el mediano plazo.

7. DISCUSIÓN

Evaluar programas de formación de profesores es importante porque permite, entre otras cosas, apreciar la pertinencia del diseño del programa a las necesidades de formación, valorar si se han logrado los cambios previstos en las prácticas curriculares de los participantes e identificar qué y cómo se transfiere lo aprendido a los contextos de actuación (Ruiz Bueno y Tejada Fernández, 2001). En esta oportunidad, hemos realizado la evaluación de un programa de formación de profesores de matemáticas centrados en los cambios en las prácticas curriculares de los egresados, cuyos focos de atención fueron los procesos de planificación, implementación y evaluación del currículo.

La metodología usada para este propósito fue la comparación de las caracterizaciones de las prácticas curriculares antes y después del paso por el programa. El uso de autoinformes con los participantes nos permitió recolectar información de qué y cómo se transfiere, en alguna medida, lo aprendido en el programa a las aulas de clase de estos egresados.

Aunque los resultados para esta muestra de profesores no parecen dar cuenta del logro del objetivo del programa (contribuir a la capacidad del profesor para diseñar e implementar oportunidades de aprendizaje), el estudio nos brinda información relevante de oportunidades de mejora en el corto y mediano plazo. Sin embargo, es importante continuar con este tipo de estudios, dado que las condiciones de cada nueva cohorte pueden tener incidencia en resultados diferentes a los presentados en este estudio. Igualmente, la metodología usada en este estudio se puede perfeccionar con otros estudios que usen las observaciones de clase, de modo que se puede complementar lo reportado por los mismos profesores.

Los resultados de la evaluación del programa nos muestran que el participar en el programa de formación contribuye especialmente en la mejora de las prácticas de planificación de los profesores. Esto se evidencia primordialmente en el uso de documentos curriculares y en la previsión de errores en los que pueden incurrir los estudiantes al desarrollar las tareas. Además, identificamos que, aunque las diferencias no resulten estadísticamente significativas, hay ligeras mejoras en las prácticas de implementación y evaluación. Estos resultados pueden ser útiles para quienes están interesados en la evaluación de programas de formación de profesores de matemáticas cuyo foco sean en las prácticas de aula.

8. REFERENCIAS

- Causton-Theoharis, J. N., Theoharis, G. T. y Trezek, B. J. (2008). Teaching pre-service teachers to design inclusive instruction: a lesson planning template. *International Journal of Inclusive Education*, 12(4), 381 - 399.
- Cho, J. (1998). *Rethinking curriculum implementation: Paradigms, models, and teachers' work*. Trabajo presentado en Annual meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Coe, R. y Soto, C. M. (2003). Magnitud del efecto: Una guía para investigadores y usuarios. *Revista de Psicología*, 21(1), 145-177.
- Cohen, D. K. y Ball, D. L. (1999). Instruction, capacity, and improvement. *CPRE Research Report, RR-43*, 47.
- Fullan, M. y Pomfret, A. (1977). Research on Curriculum and Instruction Implementation. *Review of Educational Research*, 47(2), 335-397.

- Gómez, P. (Ed.). (2018). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Gómez, P. y González, M. J. (2008). *Mathematics knowledge for teaching within a functional perspective of preservice teacher training*. Trabajo presentado en ICME 11 Topic Study Group 27, Monterrey.
- Gómez, P. y González, M. J. (2009). Analyzing and selecting tasks for mathematics teaching: A heuristic. En S. Lerman y B. Davis (Eds.), *Mathematical Action & Structures of Noticing: Studies inspired by John Mason* (pp. 179-188). Rotterdam: Sense Publishers.
- Gómez, P. y González, M. J. (2013a). 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. y González, M. J. (2013b). Papel del análisis didáctico en el diseño de planes de formación de profesores de matemáticas. En G. Obando (Ed.), *Memorias del 13er Encuentro Colombiano de Matemática Educativa* (pp. 656-674). Medellín: ASOCOLME.
- Gómez, P., González, M. J. y Romero, I. (2014). Caminos de aprendizaje en la formación de profesores de matemáticas: objetivos, tareas y evaluación. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación de Profesorado*, 18(3), 319-338.
- González, M. J. y Gómez, P. (2014). Conceptualizing and describing teachers' learning of pedagogical concepts. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(12), 13-30.
- González, M. J., Gómez, P. y Restrepo, A. (2015). Usos del error en la enseñanza de las matemáticas. *Revista de Educación*, 370, 71-95.
- John, P. D. (2006). Lesson planning and the student teacher: re-thinking the dominant model. *Journal of Curriculum Studies*, 38(4), 483 - 498.
- Lai, E. y Lam, C. C. (2011). Learning to teach in a context of education reform: liberal studies student teachers' decision - making in lesson planning. *Journal of Education for Teaching*, 37(2), 219-236.
- Little, M. E. (2003). Successfully Teaching Mathematics: Planning Is the Key. *The Educational Forum*, 67(3), 276-282.
- Milkova, S. (2012). *Strategies for effective lesson planning*. Documento no publicado: Center for Research on Learning and Teaching.
- Mowbray, C. T., Holter, M. C., Teague, G. B. y Bybee, D. (2003). Fidelity criteria: Development, measurement, and validation. *American journal of evaluation*, 24(3), 315-340.
- Remillard, J. y Heck, D. (2014). Conceptualizing the curriculum enactment process in mathematics education. *ZDM*, 46(5), 705-718.
- Rezat, S. (2012). Interactions of Teachers' and Students' Use of Mathematics Textbooks. En G. Gueudet, B. Pepin y L. Trouche (Eds.), *From Text to 'Lived' Resources: Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development* (pp. 231-245). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Rico, L. (1997). Los organizadores del currículo de matemáticas. En L. Rico (Ed.), *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 39-59). Barcelona, España: ICE-Horsori.

- Ruiz Bueno, C. y Tejada Fernández, J. (2001). *La evaluación de programas de formación de formadores en el contexto de la formación en y para la empresa*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rusznayak, L. y Walton, E. (2011). Lesson planning guidelines for student teachers: A scaffold for the development of pedagogical content knowledge. *Education as Change*, 15(2), 271-285.
- Sardo-Brown, D. (1996). A longitudinal study of novice secondary teachers' planning: Year two. *Teaching and teacher education*, 12(5), 519-530.
- Simon, M. (1994). Learning mathematics and learning to teach: Learning cycles in mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 26(1), 71-94.
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal For Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Simon, M. (2014). Hypothetical Learning Trajectories in Mathematics Education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 272-275). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Triola, M. (2004). *Estadística*. México: Pearson.
- Tzur, R., Simon, M. A., Heinz, K. y Kinzel, M. (2001). An Account of a Teacher's Perspective on Learning and Teaching Mathematics: Implications for Teacher Development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4(3), 227-254 (228 pages).