



Universidad de Granada
Departamento de Didáctica de la Matemática

Trabajo de Investigación Tutelada

APRENDIZAJE DE PROFESORES SOBRE
EL ORGANIZADOR DEL CURRÍCULO
HIPÓTESIS DE APRENDIZAJE

María Angélica Suavita Ramírez

Granada, 27 de junio de 2012



Universidad de Granada
Departamento de Didáctica de la Matemática

APRENDIZAJE DE PROFESORES SOBRE EL ORGANIZADOR DEL CURRÍCULO HIPÓTESIS DE APRENDIZAJE

Trabajo de investigación tutelada realizado bajo la dirección del Doctor Pedro Gómez Guzmán y la Doctora Ma. Consuelo Cañadas Santiago del Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada que presenta María Angélica Suavita Ramírez para su aprobación por el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.

MA. ANGÉLICA SUAVITA RAMÍREZ

DIRECTORES

PEDRO GÓMEZ GUZMÁN Y MARÍA C. CAÑADAS SANTIAGO

Granada, 27 de junio de 2012

ÍNDICE

1. Presentación del estudio	7
2. Marco conceptual	11
3. Contexto	27
4. Objetivos de la investigación	31
5. Método	33
6. Resultados	45
7. Análisis de resultados	51
8. Conclusiones	67
9. Referencias	75
Anexo 1. Clasificación de las acciones	79
Anexo 2. Ejemplo de codificación Acciones grupo 1	85

1. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

Este estudio se ubica dentro de la línea de trabajo que se interesa por el aprendizaje de los organizadores del currículo por parte de profesores en formación que participan en planes de formación basados en el modelo del análisis didáctico. Se desarrolla bajo la línea de investigación en Didáctica de la Matemática: Pensamiento Numérico.

Mi interés específico se centra en el aprendizaje de los grupos de profesores en formación que participaron en un programa de Maestría en Educación Matemática (MAD¹) sobre el organizador del currículo que les permite formular previsiones acerca del proceso de aprendizaje de los escolares.

Estos grupos de profesores utilizan el análisis didáctico como un modelo para la planificación, estructurado por herramientas que les permiten organizar su trabajo. Por ejemplo, proponen unas tareas y hacen un análisis de si las tareas contribuyen al objetivo que quieren lograr. Para este fin, producen los caminos de aprendizaje que podrían activar sus estudiantes al resolver una tarea y establecen así sus hipótesis sobre cómo estos aprenderían. De esta manera, identifican si las tareas son apropiadas y, de ser necesario, las replantean. Las hipótesis de aprendizaje mencionadas son una de las herramientas para estructurar la planificación y constituyen el organizador del currículo en el que centraré mi trabajo. Con este organizador del currículo, se espera que los profesores en formación describan un objetivo de aprendizaje en términos de los caminos de aprendizaje que los escolares pueden llegar a activar al abordar las tareas que caracterizan el objetivo. Los caminos de aprendizaje describen en detalle las actuaciones de los escolares en el proceso de resolución de las tareas.

González y Gómez (en revisión) resaltan que hay literatura creciente sobre el aprendizaje de los profesores de matemáticas y destacan los trabajos de Adler, Pelota, Krainer, Lin y Novotna de (2005), Even y Ball (2009), Krainer y Llinares (2010), y

¹ Máster en análisis didáctico, de la Universidad de los Andes en Bogotá, Colombia.

Sullivan y Wood (2008). Mencionan además que “una proporción importante de esta investigación se ocupa del conocimiento necesario para que el profesor pueda enseñar de manera eficaz los contenidos de matemáticas (da Ponte 2011, Hill, Ball y Schilling 2008, Sullivan y Wood 2008)” (p. 3). Por otro lado, la investigación sobre los fenómenos alrededor de los procesos de aprendizaje de los profesores se ha convertido en uno de los campos de estudio fundamentales para la Educación Matemática. En este campo, se abordan cuestiones relativas a qué es lo que debe hacer un profesor, qué conocimiento debe tener para esto y qué se le debe enseñar para que alcance las competencias requeridas para un buen desempeño docente.

Gómez (2007) presenta algunas de las cuestiones más relevantes que se han planteado los investigadores en relación con la formación de profesores en matemáticas y, posteriormente, propone cuatro preguntas de interés para la Educación Matemática relativas a la formación de profesores:

- 1. ¿Qué caracteriza la actuación eficaz y eficiente del profesor en el aula de matemáticas?*
- 2. ¿Cuáles deben ser los conocimientos, capacidades y actitudes de un profesor que actúa eficaz y eficientemente?*
- 3. ¿Cómo se deben diseñar e implantar los programas de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria de tal forma que se apoye y fomente el desarrollo de estos conocimientos, capacidades y actitudes?*
- 4. ¿Qué caracteriza los procesos de aprendizaje de los futuros profesores de matemáticas de secundaria que participan en este tipo de programas de formación inicial? (pp. 3-4)*

Dentro del grupo de investigación en el que se enmarca este estudio, hay un interés creciente por indagar sobre el aprendizaje de los organizadores del currículo. Este interés se manifiesta, por ejemplo, en los trabajos de Rico (1997a, 1997b), las tesis de doctorado de Bedoya (2002), Gómez (2007), Lupiáñez (2009) y Ortíz (2002), y otras publicaciones como las de Gómez, González, Rico y Lupiáñez (2008), González y Gómez (2008) o Gómez y Cañadas (2012).

En particular, este trabajo se interesa por la caracterización de lo que aprenden los profesores en formación en el programa MAD. Este programa se basa en el análisis didáctico como modelo para el diseño, implementación y evaluación de unidades

didácticas. Los profesores en formación realizan un ciclo de análisis didáctico, analizando un tema de las matemáticas escolares a través de los diferentes organizadores del currículo que configuran el modelo. Como he mencionado, uno de estos organizadores del currículo son las hipótesis de aprendizaje. Mi propósito en este trabajo es abordar la pregunta: ¿Qué aprenden los profesores en formación sobre el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje en MAD?

Para abordar esta pregunta, estudiaré las producciones finales de los grupos de profesores en formación en una actividad en la que se trabaja el organizador del currículo en cuestión. Identificaré, caracterizaré y clasificaré las actuaciones que los grupos ponen en evidencia en sus producciones con el propósito de describir y caracterizar su aprendizaje.

La mejora de los programas de formación de profesores deberá hacer que la brecha existente entre lo que aprende un profesor en formación y lo que usa en su práctica docente sea cada vez menor. Para ello, es necesario que se “aborden de manera rigurosa los planes de formación (inicial, continua) de profesores de matemáticas, con su especificidad profesional (Recio y Rico, 2004)” (Rico, 2004, p. 3).

Los resultados de este estudio pueden contribuir a la mejora del diseño y el desarrollo de programas de formación de profesores que se están realizando actualmente. En la medida en que nos acerquemos al conocimiento sobre qué aprenden los profesores en formación y cómo lo aprenden, será posible establecer qué características del diseño y desarrollo de los planes de formación se pueden mejorar.

Una de las motivaciones para realizar este estudio surge de la asignatura Investigación en Educación Matemática: avances metodológicos del máster en Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. En esta asignatura, se estudiaron los métodos que permiten abordar el conocimiento profesional y la formación del profesorado. Desde allí se despertó mi interés por esta línea de investigación. Otra motivación es mi deseo de contribuir a la formación de profesores que participan en un plan de formación de profesores que se desarrolla en mi país, Colombia.

Esta memoria se estructura en Ocho capítulos. En el primer capítulo presento una introducción del estudio; describo cómo surge la idea de investigar en formación de profesores de matemáticas en programas basados en un modelo funcional de las matemáticas; presento algunas motivaciones personales; y establezco una primera definición del problema de investigación. En el segundo capítulo, defino el marco

conceptual, abordando el análisis didáctico, en especial el análisis cognitivo, en el que se trabaja el organizador Hipótesis de aprendizaje, y un modelo que permite explorar el aprendizaje de los organizadores del currículo por parte de los profesores en formación. En el tercer capítulo, presento el contexto del programa en el que se realiza el estudio. En el cuarto capítulo defino los objetivos de la investigación. En el quinto capítulo describo el método del estudio. En el sexto y séptimo capítulos presento los resultados y su interpretación, respectivamente. Finalmente, en el octavo capítulo, establezco las conclusiones del trabajo.

2. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo presento el marco conceptual en que se fundamenta este estudio. Describo el análisis didáctico como modelo para la planificación de unidades didácticas de matemáticas. Me centro en el análisis cognitivo, haciendo énfasis en el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. Finalmente, considero otras nociones que permiten precisar el significado de los términos que usamos en el desarrollo de este trabajo.

PLANIFICACIÓN Y ANÁLISIS DIDÁCTICO

La formación del profesor en cuanto a la planificación de la clase es parte fundamental de su conocimiento didáctico. “La planificación es una de las competencias profesionales clave para el profesor y que está menos desarrollada en los planes de formación del profesorado” (Rico, 2008, p. 2). Incluso, en muchos países, la planificación se reduce a diligenciar formatos con algunos elementos que un plan debería incluir, sin que exista una reflexión o establecimiento de relaciones sobre estos elementos (John, 2006, citado por González y Gómez (en revisión)). La reflexión sobre los elementos imprescindibles en la formación de profesores, el rendimiento de los escolares y las relaciones entre estos, han sido objeto de importantes estudios a nivel internacional. El estudio TEDS-M, por ejemplo, “se centra en la relación entre estos componentes, así como en las relaciones entre las políticas educativas de la formación de profesores, de las prácticas institucionales, y los logros de los futuros profesores” (Rico, Gómez y Cañadas, 2014, p. 2)

La planificación no solo hace referencia a que el profesor mantenga el orden de la clase, “sino que también debe prever y gestionar sus actuaciones de tal forma que los escolares logren los objetivos de aprendizaje” (Gómez, 2007, p. 85). En este sentido, el profesor debe incluir, dentro de su planificación, un análisis de cómo actuarían sus

estudiantes frente a una tarea propuesta y los diferentes caminos que podrían seguir para llegar a su resolución.

González y Gómez (en revisión) abordan el modelo dialógico propuesto por John (2006) y sugieren que “lo importante es poner el foco en (a) la selección y el diseño de tareas que permitan a los estudiantes lograr un determinado conjunto de expectativas de aprendizaje de un tema y (b) la justificación sistemática de dicha selección y diseño (Liljedahl y Chernoff, 2007; Sherin y Drake, 2009)” (p. 3).

Bajo este enfoque, los profesores deben tener un conocimiento profundo del tema de las matemáticas escolares para el que planifican, para poder establecer los objetivos que esperan lograr, decidir sobre las tareas que pueden contribuir a esas expectativas y prever el aprendizaje de sus escolares. Para este proceso, los profesores necesitan herramientas que les permitan afrontar su planificación.

Un modelo de planificación usual es el que presenta de manera general algunos criterios que se enmarcan bajo las cuatro componentes del currículo al nivel de la planificación de los profesores: objetivos, contenidos, metodología y evaluación. Este es un modelo global que establece un esquema para planificaciones generales como las propuestas curriculares oficiales establecidas por los ministerios de educación o como los planes de estudio, y usualmente sirve como referencia en el momento de hacer una planificación más puntual como la de una unidad didáctica o una sesión de clase. Pero, los profesores necesitan herramientas que les permitan abordar la planificación de un tema concreto de las matemáticas escolares.

Los profesores realizan usualmente su proceso de planificación para el aula siguiendo libros de texto, programaciones de años o cursos anteriores. Esto sugiere la posibilidad de un déficit en la competencia profesional del profesor en cuanto al significado de la planificación y motiva la reflexión sobre qué elementos debe tener una planificación que satisfaga las expectativas del profesor frente a su clase, sin salirse de un marco global establecido por el currículo. El profesor necesita una planificación del aula que sea sistemática, eficaz y eficiente. Para alcanzar este propósito, los profesores precisan de una serie de herramientas que les permitan, entre otros elementos, establecer objetivos, prever dificultades y errores, y generar estrategias de evaluación.

Si esperamos que los profesores de matemáticas aborden su trabajo diario de manera sistemática y reflexiva, basándose en un conocimiento profesional, entonces ellos deberían conocer y utilizar principios, procedimientos y

herramientas, que fundamentados en la didáctica de la matemática, les permitan diseñar, evaluar y comparar las tareas y actividades de enseñanza y aprendizaje que pueden conformar su planificación de clase. (Gómez, 2007, p. 18)

El análisis didáctico constituye una estructura para la planificación local. Es un procedimiento que le permite al profesor, diseñar, poner en marcha y evaluar los procesos de enseñanza-aprendizaje sobre un tema específico de las matemáticas escolares. Una descripción detallada de este procedimiento cíclico ideal se encuentra en Gómez (2007, pp. 17-101).

El análisis didáctico se compone de cuatro tipos de análisis relacionados entre sí: (a) análisis de contenido, relacionado con el significado de los contenidos a enseñar; (b) análisis cognitivo, referente a la manera en que se da el proceso de aprendizaje; (c) análisis de instrucción, en el que el profesor estudia y selecciona las tareas que incluirá en el diseño de actividades; y (d) análisis de actuación, en el que el profesor compara lo que esperaba del estudiante con lo que este hizo, para llevar a generar información que le sirva para un nuevo ciclo de planificación.

Cada análisis se lleva a cabo a través de unos organizadores del currículo. Los organizadores del currículo son herramientas conceptuales y metodológicas que permiten analizar un tema de las matemáticas escolares y producir información que sea útil para el diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica sobre el contenido en cuestión.

Estas son las herramientas con las que el profesor puede, en primer lugar, en el análisis de contenido, identificar, organizar y explicitar los diversos significados de un concepto matemático y, en segundo lugar, con motivo de los análisis cognitivo, de instrucción y de actuación, seleccionar los significados que considera relevantes para la instrucción y diseñar y evaluar las actividades de enseñanza y aprendizaje objeto de la planificación de clase. (Gómez, 2007, p. 30)

Para describir el primero de los análisis mencionados, el análisis de contenido, es necesario hacer explícito lo que se entiende por contenido. Se asume la noción de contenido matemático escolar como un contenido que aborda las diversas interpretaciones que pueden darse alrededor de un tema de las matemáticas escolares y que están sujetas al conocimiento matemático escolar sobre el tema en análisis.

Este conocimiento es amplio y diversificado, abierto y, a veces, contradictorio; abarca multitud de facetas teóricas y prácticas, formales y aplicadas, e incluye multitud de referentes históricos, sociales, científicos y culturales sobre el tema. Incluye cualquier conocimiento que permita concretar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas del tema en el aula. (Gómez, 2007, p. 38)

La determinación de contenidos se puede clasificar en cuatro niveles a saber: (a) los establecidos en los documentos curriculares de manera oficial como contenidos mínimos que se deben abordar; (b) los incluidos en unidades didácticas; (c) los que usa el equipo de profesores de matemáticas en sus programaciones del año escolar; (d) y los seleccionados por el profesor cuando planifica una hora de clase en un tema específico.

En el último nivel mencionado, el contenido que propone el profesor para un tema puntual es consecuencia de relacionar sus experiencias previas, creencias y conocimientos sobre un concepto, ubicarse en los diversos significados del mismo, organizarlos y seleccionar los que considera más importantes para la instrucción. El análisis de contenido permite identificar, organizar y seleccionar los significados de un concepto, posibilitando la concreción de los contenidos. Se configura alrededor de tres organizadores del currículo: estructura conceptual, sistemas de representación y fenomenología.

Debido al problema de investigación que abordo en este trabajo, me centro en la descripción del análisis cognitivo, específicamente en el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. El análisis cognitivo parte del análisis de contenido y arroja información para realizar el análisis de instrucción, y dentro de esta investigación. No abordo en detalle los otros análisis que forman parte del análisis didáctico, que se encuentran descritos en Gómez (2007).

ANÁLISIS COGNITIVO

El análisis cognitivo permite al profesor pensar sobre los procesos de aprendizaje de los escolares. Constituye un análisis estructurado, desde la planificación, de la manera como podrían actuar los escolares frente a determinadas tareas en un tema puntual de las matemáticas escolares.

Es claro que el manejo exclusivo de contenidos es insuficiente para los profesores y que el desempeño de los profesores, como lo expone Rico (1997b), requiere de “una

organización conceptual que integre y coordine el dominio sobre esta disciplina con el conocimiento sobre desarrollo de capacidades cognitivas de los estudiantes” (p. 15).

Lupiañez (2009) resalta el análisis cognitivo al afirmar que “desde un planteamiento constructivista (Coll, 2002), [el análisis cognitivo] capacita a los profesores para que, a partir de la información obtenida en el análisis de contenido previo y del conocimiento sobre matemáticas escolares y sobre su aprendizaje, describan, analicen y organicen las expectativas de aprendizaje que tienen para los escolares de un nivel educativo concreto sobre ese tema matemático” (p. 57).

Así, “una vez realizado el análisis de contenido, en el que el foco de atención es el *tema matemático* que se va a enseñar, pasamos a realizar otro análisis en el que el foco de atención es *el aprendizaje del estudiante*. Se trata de hacer una descripción de las expectativas del profesor sobre lo que se espera que el alumno aprenda sobre el contenido matemático en cuestión y sobre el modo en que el alumno va a desarrollar ese aprendizaje” (González, Gómez y Lupiañez, 2010, p. 4).

En concreto, Gómez (2007) define el análisis cognitivo como el análisis en el que “el profesor describe sus hipótesis acerca de cómo los estudiantes pueden progresar en la construcción de su conocimiento sobre la estructura matemática cuando se enfrenten a las tareas que compondrán las actividades de enseñanza y aprendizaje” (p. 76).

A este análisis del profesor sobre el desarrollo cognitivo de los estudiantes, corresponden tres organizadores del currículo: (a) las expectativas de aprendizaje, que dan lugar a que el profesor defina los objetivos de aprendizaje que persigue, las capacidades que espera sean activadas y las competencias a las que quiere aportar; (b) las limitaciones de aprendizaje, que le permiten al profesor determinar los errores en los que podrían incurrir sus estudiantes y formular conjeturas sobre las dificultades que están en el origen de esos errores, y (c) las hipótesis de aprendizaje, con las que él puede establecer sus hipótesis sobre los caminos de aprendizaje que podrían seguir sus escolares al enfrentarse a las tareas que configuran su planificación.

Cada uno de estos organizadores del currículo se basan en unas ideas claves: capacidad, objetivo de aprendizaje y competencias para expectativas de aprendizaje; errores y dificultades para limitaciones de aprendizaje; y camino de aprendizaje para hipótesis de aprendizaje. A continuación introduzco las ideas clave que serán relevantes en este estudio.

El término capacidad es usado para hacer referencia a la actuación acertada de un estudiante con respecto a una tarea específica. “Un individuo ha desarrollado una cierta

capacidad cuando él pueda resolver las tareas que la requieren. Por lo tanto, las capacidades: son específicas a un tema concreto; pueden incluir o involucrar otras capacidades; y están vinculadas a tipos de tareas” (Gómez, 2007, p. 64).

Las hipótesis de aprendizaje hacen referencia a conjeturas que el profesor en formación debe estar en la capacidad de formular en relación con cómo se puede desarrollar el proceso de aprendizaje. Pero, ¿cómo deben construirse estas hipótesis y cuál es el proceso que permitirá al profesor proponer sus conjeturas de una manera estructurada?

Para responder a esta pregunta recurrimos a la noción de trayectoria hipotética del aprendizaje adaptada al análisis cognitivo.

Noción de trayectoria hipotética de aprendizaje

Gómez (2007) hace una revisión exhaustiva sobre las interpretaciones de esta noción. Considera la idea inicial de Simon (1995) como el camino que puede llevar al aprendizaje. También menciona a Steffe (2004) y su énfasis sobre la importancia de construir trayectorias de aprendizaje como una manera de acercarse a las comprensiones matemáticas de los estudiantes para poder influir sobre las mismas. Finalmente, señala a otros investigadores como Lesh y Yoon (2004) y Clements, Wilson y Sarama (2004) que exploran la trayectoria hipotética en temas específicos.

Simon (1995, citado por Gómez, 2007) propone un modelo en el que la trayectoria hipotética de aprendizaje es orientada por el objetivo que se tiene para ese aprendizaje, y utiliza la trayectoria hipotética de aprendizaje para referirse, como ya se ha mencionado, al camino que puede llevar al aprendizaje. Como el profesor no puede predecir con certeza el curso del aprendizaje, la trayectoria:

caracteriza una tendencia esperada. El aprendizaje individual de los escolares recorre caminos idiosincráticos, pero frecuentemente similares. Esto supone que el aprendizaje de un individuo presenta ciertas regularidades (cf. Steffe, von Glasersfeld, Richards y Cobb, 1983, p. 118), que la comunidad de la clase condiciona la actividad matemática de maneras frecuentemente predecibles y que muchos de los escolares en la misma clase pueden beneficiarse de la misma tarea matemática. Una trayectoria hipotética de aprendizaje le proporciona al profesor criterios para seleccionar un diseño instruccional particular; por lo tanto, yo [como profesor] tomo mis decisiones de diseño

basado en mi mejor conjetura acerca de cómo puede suceder el aprendizaje.

(Simon, 1995, p. 135, citado por Gómez, 2007, p. 58)

Hipótesis de aprendizaje

La adaptación de la idea de trayectoria hipotética de aprendizaje para el análisis cognitivo se refiere a tres niveles de expectativas del profesor: competencia, capacidad y objetivos de aprendizaje. El procedimiento que adopto para describir el progreso de los estudiantes en relación con un objetivo de aprendizaje determinado es el propuesto por Gómez (2007, p. 66) y está fundamentado en cinco elementos:

1. las capacidades que los escolares tienen antes de la instrucción;
2. el objetivo de aprendizaje que el profesor espera que los escolares logren;
3. las tareas que conforman la instrucción;
4. las dificultades que los escolares pueden encontrar al abordar estas tareas; y
5. las hipótesis sobre los caminos por los que se puede desarrollar el aprendizaje.

Para abordar los primeros dos elementos inmediatamente mencionados, el profesor debe considerar lo que los escolares saben hacer antes de la instrucción y lo que espera que sean capaces de hacer después de la instrucción. Según lo que el profesor quiera lograr en cuanto a esta “capacidad de hacer” del estudiante frente a un tema específico, deberá identificar un objetivo de aprendizaje. Ese objetivo concreto delimita una parcela de contenido a la que se denomina foco de contenido.

Las tareas que proponga el profesor deben estar diseñadas para que contribuyan a lograr el objetivo de aprendizaje. No obstante, para saber en qué medida contribuyen las tareas a la consecución de tal fin, es necesario caracterizar el objetivo mediante las nociones de capacidad y competencia. El profesor debe identificar y proponer capacidades cuya activación por los estudiantes proporcionen indicios del logro del objetivo, y analizar también cómo el objetivo contribuye a un listado de competencias.

Los elementos 3, 4 y 5 se refieren a las diversas formas en que los estudiantes pueden abordar una tarea y cómo estas formas se pueden prever. Por lo tanto, el profesor debe ser capaz de formular sus hipótesis sobre cómo se desarrollará el proceso de aprendizaje. Estas hipótesis se realizan a través de secuencias de capacidades que el profesor estima que los estudiantes activarán para resolver una tarea y a las que se denomina caminos de aprendizaje.

Un camino de aprendizaje de una tarea se construye, por un lado, a partir de la lógica con la que un resolutor experto (el profesor) resolvería dicha tarea; por otro lado, a partir del conocimiento del profesor sobre el aprendizaje de sus estudiantes. Una misma tarea puede tener asociados distintos caminos de aprendizaje, dependiendo del nivel educativo o del nivel cognitivo de los estudiantes. (Gómez, González y Lupiáñez, 2010, p. 15)

Procedimiento

Definido el objetivo que se quiere lograr y las capacidades que se espera que los escolares pongan en juego, se propone un grupo de tareas que permitan alcanzar ambos fines. Por ejemplo, uno de los grupos de profesores en formación de MAD espera que sus escolares activen capacidades como (a) construir modelos geométricos regulares en tercera dimensión, (b) comprender que para un paralelepípedo la longitud máxima es la que corresponde al segmento que une un vértice con el opuesto al de la cara contraria y (c) reconocer la relación trigonométrica que le permite resolver problemas, teniendo en cuenta las propiedades geométricas del triángulo que los representa. Para tal fin, el grupo propone un conjunto de tareas. Por ejemplo, proponen la tarea Las moscas, referente a dos moscas que están a una distancia máxima en una caja de la que se conocen sus dimensiones y en la que se pregunta sobre el ángulo en que miraría una mosca a la otra.

Caminos de aprendizaje

Para asegurar que el grupo de tareas funcione, se analiza y reformula usando los caminos de aprendizaje. Un ejemplo se presenta en el trabajo de Bernal, Castro, Pinzón, Torres y Romero (2012), en donde para el objetivo “Aplicar el método gráfico para obtener puntos de corte entre rectas y solución de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas” y unas capacidades específicas, se proponen tareas concretas. Cada tarea es resuelta minuciosamente y cada actuación en su solución es asociada a una capacidad.

En la primera tarea se parte del punto de intersección de dos rectas $(1, -2)$, se cuestiona sobre si $x + 2y = 15$ puede ser una de las ecuaciones del sistema, y se pide verificar gráficamente. Entre los posibles caminos de aprendizaje, aparecen los siguientes:

1. Sustituir valores numéricos en ecuaciones lineales (C8²), verificar que la solución satisfaga las ecuaciones del sistema lineal (C9), despejar incógnitas en una ecuación (C2), elaborar e interpretar tablas de valores (C23) y representar rectas en el plano a partir de dos o más puntos (C12). Para resumir este camino se usa la notación: C8 → C9 → C2 → C23 → C12.
2. Ubicar en el plano cartesiano el punto solución de un sistema de ecuaciones lineales (C19), despejar incógnitas en una ecuación (C2), representar ecuaciones lineales o afines funciones lineales y afines en el plano cartesiano a partir de parámetros identificados en la ecuación (C14) y verificar que la solución satisfaga las ecuaciones del sistema lineal (C9). Lo que corresponde al camino de aprendizaje: C19 → C2 → C14 → C9.

Representación de caminos de aprendizaje mediante grafos

Considerando que son varias las tareas y por tanto múltiples los caminos de aprendizaje, se hace necesario organizar toda esta información de tal manera que se facilite su lectura para un posterior análisis. Para esto, los caminos de aprendizaje se pueden representar mediante un grafo o una tabla. La figura 1 presenta el grafo que correspondería al conjunto de tareas T1, T2, T3:

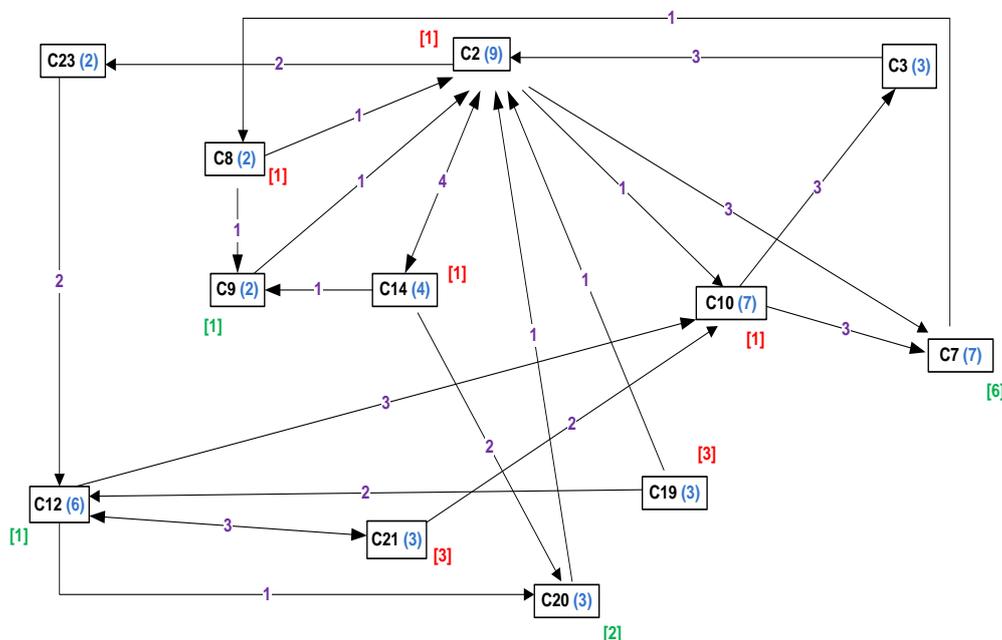


Figura 1. Grafo de las tareas T1, T2, T3 (Bernal et al. 2012, p. 3)

² Las Ci identifican las capacidades de la lista propuesta por el grupo.

Un grafo muestra de manera global las relaciones entre capacidades propias del objetivo de aprendizaje, permitiendo identificar las capacidades que se activan, con mayor y menor mayor frecuencia, o que no se activan. Por ejemplo, en el grafo anterior se observa:

- ◆ En color violeta, la cantidad de veces que se da la conexión entre capacidades.
- ◆ Entre paréntesis al lado de cada capacidad y en color azul, el número de veces que éstas se activan.
- ◆ Entre corchetes y en color rojo, el número de veces que la capacidad es origen de un camino de aprendizaje.
- ◆ El número presentado en color verde entre corchetes muestra el número de veces que la capacidad es final de un camino de aprendizaje.

Análisis del grafo de caminos de aprendizaje

Conjugando la información de los caminos de aprendizaje de cada tarea y el grafo, se obtienen datos sobre las previsiones del profesor acerca de cómo se puede desarrollar el aprendizaje y el papel de las tareas en ese proceso. Para el caso del ejemplo que he presentado, el grupo de profesores en formación que lo realizó concluyó que:

La capacidad C2 predomina ya que la información dada en los enunciados aparece en dos de las tareas en ecuaciones canónicas y para identificar los parámetros de la recta (C10) debe expresarla en forma estándar (C7) y confrontarla con su respectiva gráfica (C14). Estas relaciones se pueden verificar en el grafo observando la cantidad de conexiones que existen entre las capacidades mencionadas.

Observamos que las capacidades que más se utilizan como punto de partida en los caminos de aprendizaje (C19 y C21) se relacionan directamente con procedimientos de tipo gráfico, por otra parte, las capacidades que finalizan dichos caminos son muestra de la comprensión y aplicación del método gráfico para poder solucionar tareas no rutinarias.

En conclusión, las tareas giran en torno a la manipulación que el estudiante realiza de los parámetros y su representación gráfica y algebraica en situaciones científicas propias de las matemáticas (Bernal, Castro, Pinzón, Torres y Romero, 2012, pp. 4-5).

El análisis de los caminos de aprendizaje sobre un conjunto de tareas asociadas a un objetivo de aprendizaje (a) arroja información valiosa al profesor sobre el modo en que se desarrollará y evaluará ese objetivo; (b) le permite evidenciar si las tareas propuestas contribuyen a la caracterización del objetivo con base en las capacidades que se activan; y, en este sentido, (c) le permite modificar capacidades y tareas para adaptarlas al logro del objetivo de aprendizaje.

SIGNIFICADO, USO TÉCNICO Y USO PRÁCTICO

El modelo Significado, Uso técnico y Uso práctico, SUTUP (Gómez y González, 2009; Gómez, González, Rico y Lupiáñez, 2008; González y Gómez, 2008; González y Gómez, en revisión) permite explorar el aprendizaje sobre los organizadores del currículo de los profesores en formación que participan en programas de formación basados en el modelo del análisis didáctico. En el marco de este tipo de programas, los profesores deben asumir un papel reflexivo y activo como planificadores para, con base en la información que generan con los organizadores del currículo, identificar, analizar, modificar y seleccionar las tareas que puedan contribuir al logro de sus expectativas de aprendizaje y a la superación de las limitaciones de aprendizaje de los escolares.

El modelo SUTUP centra su atención en el proceso de aprendizaje de los organizadores del currículo. Un ejemplo es el análisis de un tema con la idea de camino de aprendizaje. El profesor, en primer lugar, debe entender lo que significa un camino de aprendizaje para poder proponer las secuencias de capacidades que considera que sus estudiantes activarían para resolver las tareas propuestas (sujetas a un objetivo de aprendizaje sobre un tema matemático concreto). Seguidamente, debe producir los caminos de aprendizaje de esas tareas y el grafo correspondiente, y analizarlos para obtener información que le permita decidir de manera argumentada sobre las tareas planteadas y, de ser el caso, reformularlas.

El aprendizaje de un organizador del currículo por parte de un profesor en formación implica que él debe (a) entenderlo para poder usarlo (b) usarlo para analizar el concepto matemático y obtener información acerca de él y (c) usar esta información con un propósito didáctico —en otros análisis con otros organizadores del currículo o en su diseño curricular—. Con base en las tres expectativas anteriores, con el modelo SUTUP se pretende caracterizar el aprendizaje de los organizadores del currículo en tres tipos de conocimiento:

1. Conocer alguna descripción teórica del organizador del currículo de tal forma que, por ejemplo, sea capaz de distinguir instancias de esa noción con respecto a un tema de las matemáticas escolares.
2. Conocer las técnicas necesarias para usar el organizador del currículo como herramienta de análisis de un tema de las matemáticas escolares y producir información relevante sobre el tema.
3. Conocer las técnicas necesarias para usar la información obtenida sobre el tema para tomar decisiones a la hora de analizarlo con otro organizador del currículo o para el diseño de la unidad didáctica.

Estos tipos de conocimiento son denominados significado, uso técnico y uso práctico de un organizador del currículo. Gómez y González (en revisión) los describen de una forma general la siguiente manera para un programa de formación de profesores basado en un modelo funcional de las matemáticas que se sirve del análisis didáctico como herramienta para la planificación local.

Significado. Se refiere al conocimiento disciplinar del organizador del currículo que los formadores del programa han adoptado para el organizador del currículo. Por lo tanto, el significado de un organizador del currículo es propio al programa de formación. El significado se configura alrededor de unas ideas clave que lo caracterizan y determinan su relación con otros conceptos.

Uso técnico. Es un conocimiento práctico, organizado alrededor de un conjunto de técnicas que surgen de la puesta en juego de las ideas clave del significado del organizador del currículo. Estas técnicas permiten la producción de información sobre el tema trabajado. Estas técnicas dependen del tema y del organizador del currículo.

Uso práctico. En el uso práctico se utiliza la información que proviene del uso técnico con propósitos didácticos. El uso práctico se refiere al conjunto de técnicas que los formadores consideran que son necesarias para usar la información que surge del uso técnico en los análisis con otros organizadores del currículo o en el diseño de la unidad didáctica (Gómez y Cañadas, 2012).

En este estudio utilizaré el modelo SUTUP para indagar sobre el aprendizaje de los grupos de profesores en formación sobre el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. Puesto que la idea clave de las hipótesis de aprendizaje son los caminos de aprendizaje, utilizaré también esta forma de referirme a ese organizador del currículo.

Significado, uso técnico y uso práctico de los caminos de aprendizaje

El análisis de un tema de las matemáticas escolares con la idea de caminos de aprendizaje parte del supuesto de que se ha seleccionado un objetivo de aprendizaje para ese tema y se quiere prever cómo puede desarrollarse el aprendizaje de los escolares alrededor de ese objetivo con motivo de unas tareas que lo caracterizan. En lo que sigue, caracterizo el significado, el uso técnico y el uso práctico de este organizador del currículo.

Significado

La noción de camino de aprendizaje involucra varias ideas clave: objetivo de aprendizaje, tarea, capacidad, secuencia de capacidades, grafo de caminos de aprendizaje, error y dificultad. Después de elegir el tema de las matemáticas escolares sobre el que los profesores en formación han realizado un análisis de contenido, y con el interés de analizar los caminos de aprendizaje asociados a tal tema para el curso determinado, es necesario pensar en cuáles son los objetivos que se quieren lograr y las capacidades que se pueden activar. Para uno de estos objetivos en particular, se determina un conjunto de tareas que lo caractericen. Un conjunto de tareas caracteriza un objetivo de aprendizaje, si el profesor en formación considera que un escolar que sea capaz de resolverlas ha logrado ese objetivo de aprendizaje.

Por ejemplo, para el tema Números enteros, trabajado en MAD por Cifuentes, Dimate, Rincón, Velásquez y Villegas (2012), el grupo seleccionó el objetivo de aprendizaje “Interpretar y resolver problemas en situaciones aditivas, presentados en diferentes contextos y que involucren los números enteros”. Algunas de las capacidades que, con base en el análisis de contenido, ellos identificaron que podían relacionarse con este objetivo de aprendizaje fueron las siguientes: (a) traducir una situación aditiva a una expresión aritmética o gráfica y viceversa; (b) hacer corresponder el conjunto de los números enteros y los puntos de la recta numérica; y (c) interpretar los resultados y, de acuerdo a su signo, expresarlos en un lenguaje matemático apropiado. Ellos se preguntaron sobre cómo deberían diseñarse las tareas que pudiesen caracterizar el objetivo de aprendizaje.

Para cada una de las tareas seleccionadas inicialmente, se establecen sus caminos de aprendizaje, como previsión de las posibles actuaciones de los escolares al resolverla. Para ello, el profesor en formación formula conjeturas detalladas sobre esas actuaciones y las concreta en secuencias de capacidades. Cada secuencia de capacidades que el

profesor en formación considera que puede representar una posible actuación de los escolares es un camino de aprendizaje para la tarea.

Los caminos de aprendizaje de las tareas que caracterizan un objetivo de aprendizaje se pueden agrupar y representar en un grafo que permite apreciar, de manera global, las relaciones entre los caminos de aprendizaje de todas las tareas. Este grafo le permite al profesor en formación establecer en qué medida las tareas seleccionadas caracterizan apropiadamente el objetivo de aprendizaje. También le permite identificar qué tan acertado fue al proponer las capacidades con las que inició el análisis.

Al realizar los caminos de aprendizaje de una tarea, el profesor en formación puede prever los posibles errores en los que los escolares pueden incurrir al abordarla y las dificultades que están en el origen de esos errores. Esta reflexión sobre las dificultades lo puede llevar a identificar las capacidades que se necesitaría activar para poder evidenciar el error y enfrentar a los escolares a superarlo.

Siguiendo el ejemplo con los números enteros, el grupo identificó la secuencia de capacidades de uso más frecuente: (a) identificar cantidades y datos relevantes para la solución de un problema, (b) identificar el signo del número y (c) y traducir una situación aditiva a una expresión aritmética o gráfica y viceversa. La secuencia corresponde a la dificultad en la utilización del lenguaje matemático y verbal en situaciones aditivas.

Estas ideas clave y su relación configuran el significado de este organizador del currículo.

Uso técnico

El análisis de un tema de las matemáticas escolares mediante el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje implica cuatro procedimientos: (a) establecer los caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo, (b) construir el grafo de esos caminos de aprendizaje, (c) determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas, (d) revisar la formulación de tareas y (e) revisar la formulación de las capacidades. El uso técnico del organizador del currículo se ubica en los tres primeros procedimientos. Para lograr desarrollar estos procedimientos, se usan una serie de técnicas que posibilitan la producción de información que puede ser útil en análisis posteriores.

Para establecer los caminos de aprendizaje de una tarea, se requiere ponerse en el papel de los escolares y solucionar varias veces la misma tarea atendiendo a las múltiples hipótesis sobre cómo ellos la resolverían, describiendo en detalle las acciones que se realizan e identificándolas en la lista de capacidades propuesta. Esta técnica también permite identificar cuándo una acción en la solución de la tarea no se puede poner en relación con alguna capacidad. Es decir, permite identificar posibles actuaciones de los escolares para los que no se ha establecido una capacidad, proporcionando información para mejorar la lista de capacidades consideradas.

La segunda técnica consiste en construir el grafo que agrupa los caminos de aprendizaje de todas las tareas. Este grafo permite ver con mayor claridad las relaciones entre capacidades. La técnica propuesta por la instrucción de MAD incluye establecer en el grafo el número de veces en que se usa una capacidad, cuántas veces una capacidad es origen del camino, identificar las secuencias de capacidades que aparecen reiterativamente y considerar también aquellas que no se utilizan.

Uso práctico

Dentro del mismo análisis de caminos de aprendizaje se evidencia un uso práctico en la medida en que, con la información del uso técnico, se evalúan las tareas y se reformulan en caso de ser necesario. De la misma forma, el análisis de la información del grafo da lugar a la posibilidad de revisar la lista inicial de capacidades y mejorarla.

ACCIONES DE LOS PROFESORES EN FORMACIÓN

En este estudio, el modelo SUTUP se usa para establecer una clasificación de las acciones de los profesores en formación cuando analizan su tema usando el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje, según las acciones den cuenta del significado, el uso técnico o el uso práctico del organizador del currículo.

Una acción del profesor en formación hace referencia a una actuación que él realiza cuando se enfrenta a analizar un tema haciendo uso de un organizador del currículo y que pone en evidencia en su producción textual. Una acción se refiere a una actuación concreta que los profesores en formación pueden realizar. Las acciones deben ser observables en las producciones, surgen del análisis de la descripción conceptual del organizador del currículo y de codificaciones preliminares de los datos, y se organizan

de acuerdo con las ideas clave que caracterizan su significado y con las técnicas que configuran su uso técnico.

3. CONTEXTO

El estudio se realiza en el marco del máster de profundización en Educación Matemática de la Universidad de los Andes en Bogotá (Colombia). Este es un programa de formación permanente de profesores de matemáticas de secundaria (estudiantes de 11-16 años) basado en el modelo del análisis didáctico. MAD³ pretende contribuir al desarrollo de las capacidades y competencias de los profesores en formación para la planificación, implementación y evaluación de unidades didácticas.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE MAD

MAD tiene una duración de cuatro semestres organizados en ocho módulos: (a) currículo, (b) análisis de contenido, (c) análisis cognitivo, (d) análisis de instrucción, (e) análisis de actuación, (f) análisis de datos, (g) evaluación de la planificación y (h) un último módulo en donde los estudiantes presentan su informe final de investigación. Los cuatro módulos de la primera mitad del programa hacen énfasis en el diseño de la unidad didáctica y los de la segunda mitad en su implementación. Cada módulo tiene una primera semana de carácter presencial en la que el formador encargado del módulo presenta el contenido que será abordado y explica las actividades que se trabajarán de manera virtual durante el resto del módulo. Durante todo el programa los profesores en formación son acompañados por el coordinador local del programa.

Los formadores de la primera cohorte de MAD fueron profesores de diferentes universidades españolas. La mayoría de los formadores ejercieron también de tutores de los grupos de profesores en formación. Los grupos de profesores en formación de MAD se organizan en grupos de 4 o 5 personas. Cada grupo escoge un tema concreto de las matemáticas escolares sobre el que trabajará a lo largo del programa con el

³ Máster en análisis didáctico.

acompañamiento de un tutor que le es asignado. MAD 1 contó con seis grupos de profesores en formación, que abordaron los siguientes temas de las matemáticas escolares: números enteros, lenguaje algebraico en ecuaciones lineales (dos grupos), método gráfico para solucionar sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas, razones trigonométricas (dos grupos).

En cada módulo se trabajan cuatro actividades. Cada actividad tiene una duración de dos semanas. Al final de la primera semana, los grupos presentan un borrador de su trabajo. Este borrador es comentado por su tutor. Los profesores en formación pueden interactuar virtualmente con su tutor, con responsable del módulo en el que estén trabajando o con el coordinador local. Al final de la segunda semana, entregan un documento con su trabajo y hacen una presentación a los demás grupos y a los formadores y tutores.

MÓDULO DE ANÁLISIS COGNITIVO

Los profesores en formación realizan un ciclo de análisis didáctico, haciendo uso de los organizadores del currículo para diseñar una unidad didáctica que implementan y evalúan en el transcurso de la maestría. Este estudio se centra en el módulo correspondiente al análisis cognitivo, específicamente en la tercera actividad (3.3) que se refiere a la puesta en práctica de la idea de caminos de aprendizaje para analizar un conjunto de tareas asociadas a un objetivo. Mi interés se centra en describir y caracterizar el aprendizaje de los grupos de profesores en formación sobre esta idea.

En el módulo tres, los profesores en formación trabajan con los organizadores del currículo que estructuran el análisis cognitivo. En la primera actividad, los grupos identifican los niveles de expectativas según su contexto. Identifican los objetivos de aprendizaje para su tema, seleccionan las competencias a las que esperan aportar y establecen un listado de capacidades relacionadas con el objetivo de aprendizaje.

En la segunda actividad del módulo, los grupos reflexionan sobre el significado de error y de dificultad y elaboran un listado de errores a partir del que revisa y reconfigura, de ser necesario, los objetivos y las capacidades propuestos en la primera actividad.

En la tercera actividad, los profesores en formación se centran en los caminos de aprendizaje. De acuerdo con su objetivo, identifican un grupo de tareas que permitan caracterizarlo, establecen los caminos de aprendizaje para cada tarea y los analizan.

Posteriormente, utilizando esta información, han de caracterizar la aportación del conjunto de tareas al logro del objetivo, teniendo en cuenta las dificultades y los errores previstos, y determinar la contribución del conjunto de tareas al desarrollo de las competencias seleccionadas. Este proceso concluye revisando la formulación de tareas de forma que se mejore la contribución de las mismas al objetivo en los aspectos que se consideren necesarios (González, Gómez, y Lupiáñez, 2010, p. 23).

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo general de este trabajo es describir y caracterizar el aprendizaje de los grupos de profesores en formación de MAD 1 sobre el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. Para concretar este objetivo planteamos los siguientes objetivos específicos:

1. Establecer las acciones que los grupos de profesores en formación pueden realizar al abordar la tercera actividad del módulo 3 de MAD 1, que se refiere al organizador del currículo hipótesis de aprendizaje.
2. Organizar las acciones de los grupos de profesores en formación de acuerdo con los requerimientos propuestos en la actividad sobre caminos de aprendizaje de un objetivo.
3. Determinar las acciones realizadas por cada grupo de profesores en formación en la actividad en cuestión.
4. Analizar las acciones realizadas por los grupos de profesores en formación para describir su aprendizaje del organizador del currículo.

5. MÉTODO

Este estudio es de carácter exploratorio y descriptivo mixto puesto que uso tanto datos cualitativos como cuantitativos a través del trabajo, para lograr los objetivos esperados. A continuación describo el método que he seguido, junto con mis tutores para desarrollar la investigación. Inicío con una descripción de los sujetos del estudio y las fuentes de información. Seguidamente explico cómo establecí la lista de acciones para describir y caracterizar el aprendizaje de los sujetos de estudio, y la manera en que establecí los caminos de aprendizaje. Por último presento el proceso de codificación y el modo en que analizaré e interpretaré los resultados.

SUJETOS

Los sujetos fueron seleccionados por conveniencia. Fueron los 26 profesores de matemáticas matriculados en MAD en el bienio 2010-2011. Todos eran profesores de educación secundaria en ejercicio en colegios públicos y privados de Colombia con estudiantes de entre 13 y 17 años. La mayoría de los profesores eran licenciados en Matemáticas y Física o en Matemáticas. Una quinta parte de ellos eran licenciados en Educación Básica con énfasis en Matemáticas. Todos eran menores de 40 años y se habían graduado hacía, al menos, 10 años.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Las actividades que realizaron los grupos de MAD quedaron registradas en las siguientes fuentes: (a) un primer documento borrador en Word producido por los grupos de profesores en formación, (b) documentos borrador en Word en los que los tutores insertaron sus comentarios, (c) un documento final, (d) una presentación en Power Point y (e) registros en video de las presentaciones finales.

Seleccioné el documento en Word correspondiente al trabajo final de la tercera actividad “Caminos de aprendizaje de un objetivo” del módulo tres como fuente principal de información para este estudio. Recurrí también al documento de primer borrador para profundizar en algunos detalles y realizar algunas verificaciones.

Durante las dos primeras actividades del módulo de análisis cognitivo, los grupos de profesores en formación trabajan en la selección de las competencias a las que quieren contribuir, determinan sus objetivos de aprendizaje y establecen una primera lista de capacidades asociadas a ese objetivo de aprendizaje, que continuarán mejorando. Ellos también proponen un primer grupo de tareas y establecen posibles errores y dificultades que podrían presentar los escolares al enfrentarlas. La tercera actividad está relacionada con el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje y es, por tanto, de interés para este trabajo, como mencioné en la contextualización.

Documento final de la actividad

Como he mencionado, la fuente de información principal de este estudio es un documento producido por los grupos que recoge su trabajo en la actividad 3.3 “Caminos de aprendizaje de un objetivo”. Los grupos estructuraron su trabajo final siguiendo las indicaciones de esta actividad, que tiene los siguientes objetivos:

- ◆ *Que los alumnos perciban la necesidad de prever en detalle el modo en que va a proceder el aprendizaje y utilicen la noción de camino de aprendizaje para ello.*
- ◆ *Que los alumnos analicen tareas mediante los caminos de aprendizaje y que determinen la contribución de las mismas al desarrollo de un objetivo de aprendizaje y al desarrollo de las competencias seleccionadas. (González, 2010, p. 1)*

Las instrucciones incluyen también la siguiente descripción en la que se propone desarrollar el trabajo en tres partes, cada una con sus respectivos requerimientos, orientadas hacia el logro de los objetivos (p. 1-2).

1. Caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo

- a) Identificar un primer conjunto de tareas asociado al objetivo.*
- b) Establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea.*
- c) Representar en forma de grafo y/o en forma de tabla el conjunto de caminos de aprendizaje.*

2. Determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas

d) Utilizar la información anterior para caracterizar la aportación del conjunto de tareas al logro del objetivo, teniendo en cuenta las dificultades y los errores previstos.

e) Caracterizar la contribución del conjunto de tareas al desarrollo de las competencias seleccionadas.

...

3. Revisar la formulación de tareas

Revisar el proceso anterior para reformular las tareas de forma que se mejore la contribución de las mismas al objetivo en los aspectos que se consideren necesarios.

ACCIONES REPRESENTATIVAS DE LOS GRUPOS

En la medida en que las producciones de los grupos atendieran o no a los requerimientos establecidos, se pueden obtener evidencias sobre su aprendizaje de la idea de camino de aprendizaje. Por lo tanto, era necesario establecer una serie de acciones asociadas a cada requerimiento que dieran cuenta de cómo lo abordaban.

Como mencioné en el marco conceptual, una acción se refiere a una actuación concreta que los grupos pueden realizar. Las acciones deben ser observables en las producciones, surgen del análisis de la descripción conceptual del organizador del currículo y de codificaciones preliminares de los datos, y se organizan de acuerdo con las ideas clave que caracterizan su significado y con las técnicas que configuran su uso técnico y uso práctico.

Procedimiento para establecer las acciones

Para iniciar el proceso de la búsqueda y construcción de acciones que permitieran describir y caracterizar lo que los grupos de profesores en formación de MAD aprendieron en la actividad 3.3 fue necesario una revisión detallada de los documentos que estructuraban y describían la actividad. Estos documentos son el texto de la actividad que presenté en el apartado anterior y los apuntes del módulo de análisis cognitivo presentados por González, Gómez y Lupiáñez (2010). En estos documentos se

encuentra, entre otras cosas, lo que se esperaba que aprendieran los grupos de profesores en formación en relación con los caminos de aprendizaje y cómo se esperaba que fueran construyendo ese conocimiento hasta dar muestra que lo habían aprendido al final de la actividad.

Realicé el procedimiento de revisión de documentos en dos fases. En la primera fase, comencé por revisar el documento de la actividad 3.3 para establecer las acciones requeridas explícitamente en ella. La importancia de este documento radica en que describe grosso modo lo que se esperaría que alguien que analiza un tema para establecer los caminos de aprendizaje de un objetivo de aprendizaje debería hacer. Posteriormente realicé la revisión de los apuntes del módulo de análisis cognitivo en los que se hace una descripción del proceso para hacer este tipo de análisis sobre un tema específico de las matemáticas escolares. En este documento, se dan además algunas recomendaciones sobre aspectos a tener en cuenta para caracterizar el objetivo, establecer las capacidades, construir caminos de aprendizajes, entre otros.

En términos de SUTUP, este documento incluye tanto el significado que la instrucción espera que los grupos de profesores en formación construyan, como las principales técnicas que ellos pueden utilizar para analizar su tema con los organizadores del currículo que configuran ese análisis. Con esta revisión, yo buscaba establecer las acciones que, sin estar explícitas en el texto de la actividad, se encontraban implícitas en los apuntes del módulo.

En una segunda fase de revisión de documentos, consideré los trabajos finales de los grupos e hice una primera exploración de su trabajo en la que establecí las acciones que no eran requeridas por los apuntes ni la actividad, pero que aparecían realizadas por al menos un grupo.

Teniendo en cuenta las acciones que aparecían explícitamente en la actividad, implícitamente en los apuntes del módulo análisis cognitivo y lo observado en las acciones que los grupos ponían en evidencia en su trabajo final, establecí una lista inicial de acciones, cuya estructura explico posteriormente.

Establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea

El análisis de los documentos de los grupos de profesores en formación requería establecer si los caminos de aprendizaje que ellos propusieron estaban bien contruidos, según si permitían resolver o no las tareas correspondientes. Por tanto, era necesario solucionar en detalle cada una de las tareas propuestas por los grupos para poder

establecer sus caminos de aprendizaje y, posteriormente, comparar esos caminos de aprendizaje con los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos.

Resolví cada tarea escribiendo paso a paso, estableciendo las actuaciones específicas que yo preveía que los escolares realizarían y relacionando estas actuaciones con el listado de capacidades establecido por el grupo. Esto es, estableciendo a qué capacidad propuesta por el grupo correspondía cada una de esas actuaciones, como se muestra en el ejemplo de la tabla 1. En este ejemplo se muestra que el grupo 4 propuso la tarea 2, Encontrando rectas, en la que se indica que dos rectas obtenidas al representar gráficamente las dos ecuaciones de un sistema se cortan en el punto (1, -2) y se pide establecer un sistema de ecuaciones lineales que satisfaga la solución dada, y verificarla gráficamente. La tabla 1 presenta la manera en que establecí uno de los caminos de aprendizaje que preveía que los escolares podían realizar a partir de las capacidades propuestas por el grupo.

Tabla 1

Acciones y capacidades en el ejemplo del camino de aprendizaje del grupo 4

Acción esperada en la solución de la tarea	Capacidad correspondiente en el listado del grupo
Plantean una función que puede ser cualquiera de tipo $3x + 2y = 0$ Asignan para e los valores correspondientes al punto dado. Calculan el resultado	C4. Determinar la ecuación de la recta dadas unas condiciones gráficas y/o algebraicas.
Despejan para escribir la función de forma estándar.	C2. Despejar incógnitas en una ecuación
Remplazan y encuentran varios puntos.	C8. Sustituir valores numéricos en ecuaciones lineales.
Construyen una tabla.	C23. Elaborar e interpretar tablas de valores.
Representan gráficamente.	C12. Representar rectas en el plano a partir de dos o más puntos.
Verifican el punto solución.	C19. Ubicar en el plano cartesiano el punto solución de un sistema de ecuaciones lineales.

Las tres primeras actuaciones que aparecen en la tabla 1 corresponden con una única capacidad propuesta por el grupo. Esta capacidad no describe el proceso,

sino que señala lo que se hace finalmente. Es decir, el grupo no considera la descripción en detalle del proceso. Se refiere a determinar la ecuación de la recta, pero no cómo.

Posteriormente, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, comparé estos caminos de aprendizaje previstos por mí con los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos e identifiqué las acciones que realizaban, así como las que no. Además hice un análisis de los caminos de aprendizaje propuestos para poder entender tanto los procesos de solución que el grupo había seguido, como las razones que podrían haber determinado que un camino de aprendizaje no resolviera la tarea.

Por ejemplo, el grupo 3 en la tarea 4, Corregir el error, presenta la siguiente situación:

Juanita le pide a su madre que le ayude a resolver la siguiente ecuación $8n - 6 = -3n + 2$, al día siguiente la niña furiosa le dice a su madre que la tarea le quedo mal, y en esta ocasión pide a su padre le ayude a encontrar el error y resolver la ecuación correctamente. El proceso que se muestra es el siguiente:

$$8n - 6 = -3n + 2$$

$$8n - 6 + 6 = -3n + 2 + 6$$

$$8n = 8$$

$$\frac{8n}{8} = \frac{8}{8}$$

$$n = 1$$

Uno de los caminos de aprendizaje propuestos por el grupo es C13 – C5 – C7 – C4 – C7 – C6 – C18. En la tabla 2 presento la descripción de las capacidades que aparecen en este camino de aprendizaje.

Tabla 2

Descripción de las capacidades implicadas en un camino de aprendizaje del grupo 3

Capacidad	Descripción de capacidades
C13	Definir el método (formal o informal) a utilizar en la solución de ecuaciones lineales de primer grado
C5	Hacer operaciones que mantengan la igualdad entre expresiones

Tabla 2

Descripción de las capacidades implicadas en un camino de aprendizaje del grupo 3

Capacidad	Descripción de capacidades algebraicas
C7	Reconocer ecuaciones equivalentes lineales (de primer grado) cuando se realiza trasposición de términos
C4	Realizar operaciones entre números enteros y/o racionales
C7	Reconocer ecuaciones equivalentes lineales (de primer grado) cuando se realiza trasposición de términos
C6	Reducir términos semejantes para solucionar ecuaciones lineales
C18	Interpretar el resultado obtenido en la solución de ecuaciones lineales (de primer grado)

Al analizar el tratamiento que el grupo hizo de la situación, encontré que, en la secuencia de capacidades, las capacidades C7 y C6 aparecían en un orden que no resolvía la tarea, puesto que era necesario, en esa parte del proceso de la tarea, primero reducir los términos semejantes para, después, sí hacer una transposición. En este caso, el orden de las capacidades es importante para resolver la tarea.

Estructura de la lista inicial de acciones

De acuerdo con la descripción expuesta anteriormente, la actividad tiene tres partes. En la primera parte, relacionada con los caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo, se presentan los siguientes requerimientos: (a) identificar un primer conjunto de tareas asociado al objetivo, (b) establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea y (c) representar en forma de grafo y/o en forma de tabla el conjunto de caminos de aprendizaje.

En relación con el tercer requerimiento, la actividad hace explícito que los grupos deben construir un grafo para representar los caminos de aprendizaje, mientras que en los apuntes del módulo de análisis cognitivo se presenta un ejemplo en donde se indica en el grafo las veces que se activa una capacidad. Estas dos acciones, la primera explícita en la actividad y la segunda implícita en los apuntes, corresponden al uso

técnico de los caminos de aprendizaje, puesto que se utilizan técnicas para organizar y producir información.

En la segunda parte de la actividad se busca determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas y tiene como uno de sus requerimientos que los profesores en formación puedan utilizar la información anterior para caracterizar la aportación del conjunto de tareas al logro del objetivo, teniendo en cuenta las dificultades y los errores previstos. Para este requerimiento los apuntes sugieren que los grupos (a) identifiquen las secuencias de capacidades reiteradas, respondiendo a un uso técnico y (b) argumenten sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo, dando muestra del significado, al tener que explicar la poca relación entre estas dos ideas claves de los caminos de aprendizaje.

Finalmente, en la tercera parte de la actividad se espera que los grupos reformulen las tareas y las capacidades, para mejorar su contribución al objetivo. Estos requerimientos implican el uso práctico del organizador del currículo.

Organicé la lista de acciones siguiendo el orden: actividad, partes de la actividad, requerimientos por parte, y acciones por requerimiento. Produje un nuevo listado de acciones que complementó el listado original que describí anteriormente. Presento el listado final de acciones en el Anexo 1.

INSTRUMENTO DE CODIFICACIÓN

Para la primera versión del instrumento de codificación, incluí la lista de acciones que establecí, especificando, para cada acción, si (a) era requerida por la actividad 3.3; (b) se encontraba implícita en los apuntes del módulo de análisis cognitivo; (c) era una acción propia del grupo no considerada en la actividad ni en los apuntes; o (d) se requería para el análisis posterior. Organicé las acciones de acuerdo con la parte de la actividad en la que se esperaba fueran ejecutadas —caminos de aprendizaje, contribución a expectativas y reformulación de tareas— y agrupándolas según el requerimiento al que correspondían. Así, en cada parte aparecen los requerimientos sobre lo esperado de la actividad y a cada requerimiento se le asocian una serie de acciones para poder describir de qué manera el grupo lo aborda.

Por ejemplo, para la primera parte de la actividad en la que se busca determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas, uno de los requerimientos es “Utilizar la información anterior para caracterizar la aportación del

conjunto de tareas al logro del objetivo, teniendo en cuenta las dificultades y los errores previstos”. Las acciones que permiten caracterizar lo que los grupos de profesores están entendiendo sobre el requerimiento y como lo están usando son las siguientes:

- ◆ Justifican el aporte de las tareas al objetivo propuesto.
- ◆ Identifican las secuencias de capacidades reiteradas.
- ◆ Describen la relación entre las capacidades de una secuencia reiterada.
- ◆ Justifican la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas.
- ◆ Identifican las capacidades que no contribuyen significativamente al objetivo.
- ◆ Argumentan sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo.
- ◆ Identifican capacidades que aparecen frecuentemente en todos los caminos de aprendizaje (capacidades claves).
- ◆ Hacen un análisis de la reiteración de capacidades.
- ◆ Hacen un análisis de la reiteración de capacidades y su relación con el objetivo.

Siguiendo la descripción del significado, uso técnico y uso práctico del organizador del currículo hipótesis de aprendizaje descrita en el marco conceptual, organicé la lista de acciones usando el modelo SUTUP.

La primera versión del instrumento de codificación fue revisada varias veces por el equipo de investigación, eliminando acciones que no aportaban información relevante para este estudio, replanteando acciones para que fueran más específicas y subdividiendo otras muy generales en nuevas acciones. También la redacción de las acciones y su descripción detallada fue revisada varias veces.

Códigos

En el instrumento de codificación establecí, para cada acción, si se requería explícitamente en la actividad, se sugería en los apuntes, surgía del análisis previo del trabajo de los grupos o se requería para el análisis posterior. También las diferencié dependiendo de si correspondían al significado, uso técnico o uso práctico del organizador del currículo.

Los documentos de los grupos se codificaron estableciendo, para cada acción, si el grupo la realizaba o no y, si la realizaba, si lo hacía de manera válida (ver anexo 2). Por ejemplo, en la acción “Justifican el aporte de la reformulación de la tarea al desarrollo del objetivo y superación de errores”, el grupo 1 intentó hacer una justificación del

aporte de las tareas, pero la hizo en relación con el desarrollo de capacidades y con poca profundidad. En este caso, el grupo realizó la acción, pero no la hizo de forma válida. Otro caso es el del grupo 5, que en la acción “Indica el número de veces en que la capacidad es origen”, indicó el número, pero hizo mal el conteo, por lo que el número no corresponde. De nuevo, el grupo realizó la acción, pero no lo hizo de forma válida.

Para caracterizar los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos incluí en el instrumento de codificación el conteo de algunas de estas características. Estas características se refieren a las capacidades, los caminos de aprendizaje y su relación con las tareas. Para las capacidades, incluí el número de capacidades concretas en la lista inicial y en la lista final. Para los caminos de aprendizaje, incluí el número de: (a) caminos de aprendizaje no previstos que resuelven las tareas, (b) caminos de aprendizaje equivalentes a los esperados y (c) de caminos de aprendizaje en los que aparece una capacidad innecesaria. También incluí el número de tareas para las cuales (a) todos sus caminos de aprendizaje la resuelven, (b) todos los caminos de aprendizaje estaban previstos, (c) el grupo propuso al menos un camino de aprendizaje no previsto que las resuelve y (d) hay al menos un camino equivalente a los esperados.

En la versión final del instrumento de codificación agregué una explicación del significado de cada acción para asegurar que el instrumento, al ser usado por diferentes codificadores, permitiera obtener los mismos resultados.

Pusimos el instrumento a prueba mediante un proceso de triangulación en el que participaron los dos directores de este trabajo. Como resultado de este procedimiento de triangulación, identifiqué algunas acciones que debían redactarse o explicarse mejor para eliminar ambigüedades. En la segunda triangulación, al comparar las codificaciones de los investigadores, constaté que se hacía de la misma manera y pudimos comprobar la confiabilidad del instrumento.

ORGANIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA CODIFICACIÓN

El resultado del proceso de codificación es una tabla de resultados. En esta tabla, las filas corresponden a las acciones propuestas para cada requerimiento. Para cada grupo hay dos columnas. En la primera columna se establece si realizó la acción, y en la segunda se establece si la realizó de manera válida. Para las características cuantitativas

de los caminos de aprendizaje que mencioné arriba, en la tabla resultados calculé la proporción de cada una de ellas. Por ejemplo, calculé la proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez codificada la información con el instrumento descrito, procedí al análisis de datos por filas y columnas de la tabla de resultados. A continuación, presento el procedimiento que seguí, así como los criterios usados para destacar cuestiones interesantes o relevantes en el análisis.

Análisis por filas

El análisis por filas me permitió establecer comparaciones sobre los resultados de los grupos con respecto a cada una de las acciones e identificar aspectos relevantes para cada criterio que utilicé. Hice la lectura siguiendo el orden en que los profesores en formación respondieron a la tarea que, en la mayoría de los casos coincidiría con el orden de los requerimientos de la actividad. Abordé las acciones en relación con las características de los caminos de aprendizaje, el grafo, la contribución de las tareas al objetivo propuesto y la reformulación de tareas y capacidades. Este análisis me permitió establecer en qué medida los grupos de profesores en formación desarrollaron el significado, el uso técnico y el uso práctico del organizador del currículo. En el análisis por filas realicé además lecturas por parejas de acciones, estableciendo relaciones y en algunos casos intentando ver la incidencia de una acción sobre otra. Por ejemplo cuando un grupo identifica capacidades que aparecen frecuentemente en todos los caminos de aprendizaje, es interesante relacionar esta acción con el hecho de que hagan un análisis y puedan explicar el por qué de esa reiteración (relación entre acciones 4.7 y 4.8, ver anexo 1). La primera me da información sobre el uso técnico, la segunda sobre el uso práctico, su relación me permite identificar, entre otras cosas, en dónde presentan mayor dificultad o si usan adecuadamente lo que identifican para analizar y mejorar las tareas. Para el caso en el que intenté ver la incidencia de una acción sobre otra, un ejemplo es el de los caminos de aprendizaje que resuelven la tarea propuestos por los grupos y el nivel de concreción de las capacidades (acciones 2.9 y 2.2). Sobre esta relación hare un análisis en capítulos posteriores.

Comparé por parejas algunos grupos. Por ejemplo, comparé los que tenían mayor proporción de caminos de aprendizaje correctos o de acciones realizadas y, los que tenían menor proporción de caminos de aprendizaje correctos o de acciones. Así, identifiqué semejanzas y diferencias en las maneras de proceder y responder de los profesores en formación a las diferentes partes de la actividad. Esto lo hice así para contrastar con algunas conjeturas que habían surgido con anterioridad durante el análisis previo de los documentos de los grupos.

Análisis por columnas

Con este análisis estudié las actuaciones de cada grupo en el transcurso de la actividad. Hice una lectura vertical de la tabla de resultados y reflexione sobre las acciones que realizaba o no el grupo, en cada parte de la actividad y en conjunto. Esto me permitió hacer un acercamiento a sus debilidades y fortalezas al enfrentarse a la actividad. También me permitió una primera aproximación a la descripción del aprendizaje de cada grupo en términos de su desarrollo del significado, el uso técnico y el uso práctico del organizador del currículo.

Análisis transversal

El análisis del aprendizaje en términos de SUTUP es un análisis transversal de la tabla de resultados. Durante el análisis por filas y por columnas, la reflexión sobre el significado, uso técnico y uso práctico estuvo presente en las diferentes observaciones y conjeturas. El producto de esos dos análisis me permitió describir el aprendizaje en términos de SUTUP.

6. RESULTADOS

La tabla 3 presenta los resultados del estudio. Las acciones aparecen en las filas, organizadas de acuerdo con las partes y requerimientos de la actividad. En la tabla se encuentran tres tipos de datos: (a) frecuencias absolutas en términos de números de grupos, (b) S o N para determinar si el grupo realiza o no la acción o si la acción realizada es válida o no, y (c) porcentajes. Incluyo en la primera parte de la tabla el número de tareas, caminos de aprendizaje y capacidades de cada grupo. Los porcentajes de las acciones cuantitativas se calculan con respecto a estos valores.

Para cada grupo, aparecen dos columnas: realizó la acción y la realizó de manera válida. En esta segunda columna solamente se indica en la tabla aquellos casos en los que no realizó de manera válida. Las celdas en blanco indican que la acción no aplica para el grupo o no se encontró evidencia de la acción. En el siguiente capítulo analizo e interpreto estos resultados.

Tabla 3

Resultados

A	Formulación	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
		R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
Número de tareas, caminos de aprendizaje y capacidades													
	Número de tareas	4		7		5		5		7			4
	Número de caminos de aprendizaje	15		11		7		10		7			7
	Número de capacidades iniciales	10		36		25		25		38			22
	Número de capacidades finales	16		37		21		28		29			23

Tabla 3

Resultados

A	Formulación	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
		R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
Caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo													
Identificar un primer conjunto de tareas asociado al objetivo													
1.1	Propone tareas	S		S		S		S		S		S	
1.2	Propone justificaciones para la selección de tareas	S	N	S	N	N		S		S		S	N
1.3	Organiza tareas de acuerdo con algún criterio	N		S		N		N		N		N	
1.4	Ejecuta algún procedimiento para verificar la validez de las tareas	S		N		N		S		S		S	N
1.5	Modifica las tareas de acuerdo con la verificación previa	S		N		N		S		S		S	N
Establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea													
2.1	Propone una lista de capacidades	S		S		S		S		S		S	
2.2	Proporción de capacidades concretas en la lista inicial	100%		100%		88%		92%		95%		86%	
2.3	Proporción de capacidades concretas en la lista final	100%		100%		90%		96%		97%		100%	
2.4	Propone caminos de aprendizaje para todas las tareas	S		S		S		S		S		S	
2.5	Proporción de tareas para las cuales todos los caminos de aprendizaje estaban previstos	100%		50%		25%							
2.6	Proporción de tareas para las cuales el grupo propuso al menos un camino de aprendizaje no previsto que las resuelve	100%		71%		40%		80%		57%		100%	
2.7	Proporción de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven las tareas	47%		45%		29%		40%		57%		86%	
2.8	Proporción de tareas para	13%		36%		14%		10%		57%		43%	

Tabla 3

Resultados

A	Formulación	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
		R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
	las cuales todos sus caminos de aprendizaje la resuelven												
2.9	Proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas	80%		64%		43%		50%		57%		86%	
2.10	Proporción de tareas con al menos un camino equivalente a los esperados	25%						20%					
2.11	Proporción de caminos equivalentes a los esperados	7%						10%					
2.12	Proporción de tareas en las que hay un camino de aprendizaje con una capacidad innecesaria									43%		25%	
2.13	Proporción de caminos de aprendizaje en que aparece una capacidad innecesaria									43%		14%	
Representar en forma de grafo y/o en forma de tabla el conjunto de caminos de aprendizaje													
3.1	Representa mediante un grafo	N		S		S		S		S	N	S	
3.2	Indica en el grafo el número de veces en que las capacidades se conectan	N		N		S		S		S	N	S	
3.3	Indica en el grafo la reiteración de las capacidades	N		S		S		S	N	S	N	S	
3.4	Indica la capacidad que es inicio de un camino de aprendizaje	N		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
3.5	Indica el número de veces que se usa una secuencia de capacidades	N		N		N		N		N		N	
3.6	Indica el número de veces en que la capacidad es origen	N		S		S		S		S	N	S	

Tabla 3

Resultados

A	Formulación	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
		R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
3.7	Indica el número de veces en que la capacidad es final	N		S		S		S		S	N	S	
3.8	En caso de que se presenten capacidades no utilizadas, las muestra			S	N	S	N	N		S	N	S	
3.9	Representa mediante una tabla	N		N		N		N		N		N	
Determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas													
4.1	Justifica el aporte de las tareas al objetivo propuesto	N		S	N	S		N		S		N	
4.2	Identifica las secuencias de capacidades reiteradas	S		N		N		N		S	N	S	
4.3	Describen la relación entre las capacidades de una secuencia reiterada	S		N		N		N		S	N	N	
4.4	Justifica la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas	S		N		N		N		N		N	
4.5	Identifica las capacidades que no contribuyen significativamente al objetivo	S		S		S		N		S		S	
4.6	Argumenta sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo	S		N		N		N		N		N	
4.7	Identifica capacidades que aparecen frecuentemente en todos los caminos de aprendizaje (capacidades claves)	S		S		S		S		S		S	
4.8	Hace un análisis de la reiteración de capacidades	S	N	S		S		S		S		N	
4.9	Hace un análisis de la reiteración de capacidades y su relación con el objetivo	N		N		N		N		N		N	

Tabla 3

Resultados

A	Formulación	G1		G2		G3		G4		G5		G6	
		R	V	R	V	R	V	R	V	R	V	R	V
Revisar la formulación de tareas y las capacidades													
5.1	Identifica capacidades mejorables	S		S		N		N		S		S	
5.2	Proporción de tareas para las que se reformula su pregunta				86%				40%				25%
5.3	Proporción tareas para las que se agregan nuevas preguntas		50%		71%				20%				
5.3	Justifica el aporte de la reformulación de la tarea al desarrollo del objetivo y superación de errores	S	N	N		N		N		N		S	N
5.5	Clasifica las capacidades de acuerdo con algún criterio	N		N		N		S		N		S	
5.6	Proporción de capacidades que no estaban siendo activadas y se activan tras la reformulación de las tareas				17%								5%
5.7	Proporción de capacidades agregadas		60%		14%		8%		28%				9%
5.8	Justifica la incorporación de capacidades	N		S	N	S		N				S	
5.9	Proporción de capacidades eliminadas				8%		4%		12%		24%		5%
5.10	Justifica la eliminación de capacidades			S		S		N		N		S	
5.11	Proporción de capacidades reformuladas								24%				36%

Nota: A= acción; Gi = grupo i; R = realizó la acción; V = validez de la realización de la acción; S = sí; N = no.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo presento el análisis de los resultados expuestos en el capítulo anterior. Este análisis sigue las pautas establecidas en el capítulo de método, de acuerdo con tres criterios: (a) análisis de acciones, (b) análisis de grupos y (c) aprendizaje en términos de SUTUP. El análisis de las acciones surge del análisis de las filas de la tabla de resultados. El análisis de grupos surge de la reflexión sobre los resultados por columna. El análisis del aprendizaje en términos de SUTUP es un análisis transversal. Se trata de una reflexión sobre las acciones y las evidencias que permiten hacer una aproximación a la manera como los grupos desarrollaron el significado, uso técnico y uso práctico de los caminos de aprendizaje.

ANÁLISIS DE ACCIONES

Realizo el análisis de las acciones considerando las partes en las que se desarrolla la actividad y los requerimientos para cada parte. Estas partes corresponden a las sub-tablas de la tabla de resultados. Realizo un recorrido por las diferentes acciones ejecutadas por los grupos de profesores en formación en el transcurso de la actividad. Comienzo el análisis considerando la información inicial que se requiere para comenzar la actividad. Después analizo sus acciones en relación con las características de los caminos de aprendizaje, el grafo, la contribución de las tareas al objetivo propuesto y la reformulación de tareas y capacidades.

Información inicial

Previo al inicio y desarrollo de la actividad, los grupos han establecido algunos objetivos de aprendizaje y una lista de capacidades que usarán para establecer los caminos de aprendizaje. En esta primera parte de la actividad, después de que han elegido uno de los objetivos para analizarlo, se solicita a los grupos que propongan las

tareas que evaluarán con esos caminos de aprendizaje. Este primer requerimiento corresponde a lo que podríamos llamar estado inicial del diseño y debería presentar un grado de dificultad reducido. Resulta natural que todos los grupos propusieran tareas, dado que el texto de la actividad lo solicitaba explícitamente. Además, si los grupos no proponen tareas, no podrán hacer ningún análisis posterior, ni continuar con la actividad.

Todos los grupos identifican el conjunto de tareas asociadas al objetivo y proponen una lista inicial de capacidades que, como mencioné anteriormente, proviene de la actividad previa del módulo 3. Algunos grupos justifican la selección de estas tareas en términos de que permiten activar capacidades o lograr el objetivo. Otros hacen una verificación previa de la validez de las tareas para hacer algunas modificaciones antes de comenzar con su análisis. Estas acciones son propias de los grupos (no eran requeridas por la actividad).

Todos los grupos proponen caminos de aprendizaje. Lo importante es preguntarse sobre las características de esos caminos de aprendizaje, pues la instrucción espera que además de proponer los caminos de aprendizaje, estos resuelvan la tarea. Abordo esta cuestión a continuación.

Características de los caminos de aprendizaje

En este análisis abordo el grupo de acciones relacionadas con la manera en que los grupos establecen los caminos de aprendizaje de cada tarea y algunas de sus características. Para tal fin, exploro cuatro ideas: (a) los caminos de aprendizaje que resuelven la tarea, (b) la relación entre caminos de aprendizaje esperados y realizados, (c) la concreción de las capacidades y (d) las capacidades innecesarias.

Caminos de aprendizaje que resuelven la tarea

Al iniciar el análisis, es inevitable remitirse a los caminos de aprendizaje que proponen los grupos y que resuelven la tarea. Esta es una acción clave, pues el análisis de los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos debe distinguir entre aquellos caminos de aprendizaje que resuelven la tarea y aquellos que no. El análisis debería proporcionar información que permita proponer explicaciones a las diferencias entre los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos. Esas explicaciones surgirán de relacionar la proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas con otras acciones que los caracterizan. Mi propósito es encontrar vínculos entre las acciones y

conjeturar sobre las acciones que podrían determinar que algunos grupos propongan una mayor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas.

El análisis de la proporción de caminos de aprendizaje propuestos por un grupo que resuelven las tareas, permite una primera aproximación a la indagación sobre su desarrollo del significado del organizador del currículo y de las técnicas de su uso técnico. Se puede conjeturar que, si la proporción de caminos de aprendizaje que propone un grupo y que resuelven la tarea es muy baja, entonces el grupo no ha logrado desarrollar plenamente el significado del organizador del currículo, lo que posiblemente le impide desarrollar y usar técnicas que le conduzcan a una elección acertada.

Analizando la proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas para cada grupo, se encuentra que hay dos grupos por encima del 80%, dos grupos por debajo del 50% (inclusive) y dos grupos entre el 50% y el 80%. Este resultado indica que los grupos desarrollaron el significado y uso técnico de los caminos de aprendizaje en diferentes niveles: débil, intermedio y desarrollado.

En general, todos los grupos tienen por lo menos una tarea que es resuelta por todos los caminos de aprendizaje que proponen para su solución. Sin embargo, la proporción de tareas para las que todos los caminos de aprendizaje propuestos las resuelven es menor del 60% en todos los grupos y considerablemente baja en tres grupos: para el grupo 1 un 13%, el grupo 3 un 14%, para el grupo 4 un 10%. El grupo 5 alcanza una proporción de 57%. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este grupo propone un solo camino de aprendizaje por tarea y, en cuatro de las siete tareas que proponen, este único camino de aprendizaje la resuelve. Para los grupos 2 y 6 se evidencia una proporción de 36% y 43%, respectivamente. Estos resultados son destacables, dado que la instrucción esperaba que todos los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos resolvieran todas las tareas. Esto indica que todos los grupos lograron aproximarse, al menos parcialmente, al significado y uso técnico del organizador del currículo. Estos resultados corroboran la conjetura del párrafo anterior en el sentido de que permiten evidenciar que hay un desarrollo heterogéneo del significado y el uso técnico de los caminos de aprendizaje.

Caminos de aprendizaje esperados y realizados

En el capítulo de método presenté el proceso para establecer si los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos estaban bien contruidos, según si resolvían o no las tareas. Este es el análisis que presenté en el apartado anterior. Por otro lado, establecí

los caminos de aprendizaje esperados de cada tarea, al resolverla en detalle. En este apartado comparo esos caminos de aprendizaje esperados con los caminos de aprendizaje realizados por los grupos.

Ningún grupo propone todos los caminos de aprendizaje esperados. Esto es natural, dada la diversidad de maneras en que puede desarrollarse una tarea. Por otro lado, los grupos proponen caminos de aprendizaje no esperados que resuelven la tarea. La proporción de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven las tareas está alrededor del 50% en todos los grupos.

Al menos la mitad de los caminos de aprendizaje no previstos no resuelven la tarea. No obstante, los grupos 1 y 6 proponen para cada una de sus tareas, y entre todos los caminos propuestos para esa tarea, un camino no esperado que la resuelve. Estos grupos son precisamente los que presentan mayor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas. Esto corrobora el resultado del apartado anterior en el sentido de que los grupos desarrollaron parcialmente el significado y el uso técnico del organizador del currículo.

Concreción de las capacidades

En la tercera parte de la actividad, correspondiente a la revisión del proceso y reformulación de tareas y capacidades, la mayoría de los grupos (a) agrega capacidades, (b) justifica la incorporación de estas capacidades, y (c) elimina las que no se usan. Esto da muestra de que el uso técnico del organizador del currículo proporciona a los grupos información que es útil para mejorar la lista inicial de capacidades (uso práctico). Esto se aprecia cuando se compara la proporción de capacidades concretas en la lista inicial con esa misma proporción en la lista final: del 88% al 90% para el grupo 3, del 92% al 96% para el grupo 4, del 95% al 97% para el grupo 5, y del 86 al 100% para el grupo 6.

Se observa también que los tres grupos que tienen menor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea están entre los cuatro grupos que tienen capacidades que no son concretas.

En los resultados se aprecia que, de los grupos que tienen capacidades que no son concretas (3 al 6), todos, excepto el 6, mejoran la concreción de sus capacidades en una proporción muy baja (la diferencia entre la proporción de capacidades concretas en la lista inicial y la lista final es de máximo 4%). Por otro lado, el grupo 6 es el que más mejora la concreción de sus capacidades con una diferencia del 14% llegando a producir una lista final de capacidades en la que todas las capacidades son concretas. Este dato

coincide con el hecho de que, de esos cuatro grupos, este es el grupo que presenta mayor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea.

Los resultados sugieren una relación entre la proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas y la proporción de capacidades concretas propuestas por los grupos. Es el caso de los grupos 1, 2 y 6 que presentan la mayor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea (80%, 64% y 86%, respectivamente), y que tienen un 100% de capacidades finales concretas. En los grupos 3, 4 y 5, se encuentra una menor proporción de caminos que resuelven sus tareas (43%, 50% y 57%, respectivamente), y no alcanzan a concretar sus capacidades en un 100%. Este resultado podría ser evidencia de que los grupos 1, 2 y 6 desarrollan en mayor medida el significado del organizador del currículo. Estos grupos logran desarrollar técnicas más apropiadas para producir caminos de aprendizaje que resuelvan las tareas y, reconocen la importancia de utilizar capacidades concretas, logrando mejoras en su lista final de capacidades.

Capacidades innecesarias

Una capacidad es innecesaria en un camino de aprendizaje cuando en la secuencia de capacidades se puede prescindir de ella y el camino sigue resolviendo la tarea. El grupo 5, que incluye la mayor proporción de capacidades innecesarias en sus caminos de aprendizaje, es precisamente el que muestra a lo largo de la actividad, mayor dificultad con la realización de las diferentes acciones. El hecho de que incluyan una capacidad innecesaria en varios caminos de aprendizaje es un indicador de un desarrollo débil del significado del organizador del currículo hipótesis de aprendizaje.

Grafo de los caminos de aprendizaje

Todos los grupos excepto uno, elaboraron un grafo para reunir y relacionar los caminos de aprendizaje propuestos para todas las tareas. La mayoría de los grupos también indica cuántas veces la capacidad es inicial o final, cuáles son las capacidades de mayor y menor frecuencia de uso o las que no se utilizan. Es natural que se presenten estos resultados, puesto que la técnica para producir el grafo está implícita en los apuntes del módulo de análisis cognitivo. Estas acciones, realizadas por la mayoría de los grupos, son aquellas que requieren del uso técnico de esta idea clave del organizador del currículo.

En algunos grupos, este uso técnico no está muy desarrollado. Este es el caso del grupo cinco. Los grupos no presentan dificultades en el uso técnico del grafo, con

excepción de dos grupos que incurren en errores: excluir una tarea y hacer mal un conteo.

Constato resultados interesantes al relacionar estas acciones con acciones posteriores relacionadas con la reformulación de tareas. Como mostraré en el siguiente apartado, el grupo 3, a pesar de destacarse en la construcción del grafo, es uno de los dos grupos que reformulan tareas y capacidades en menor proporción. Podría conjeturarse entonces que hay una ruptura entre el uso técnico y el uso práctico en este grupo, dado que usa técnicas para hacer el grafo y generar información a partir de este, pero se les dificulta el uso de esta información para mejorar su conjunto de tareas.

El grupo 6 por su parte, pone en evidencia su buen uso tanto técnico como práctico de los caminos de aprendizaje, lo que además da muestra de que han desarrollado apropiadamente su significado.

Contribución de las tareas al objetivo propuesto

Las acciones: (a) justifican el aporte de las tareas al objetivo propuesto, (b) justifican la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas y (c) argumentan sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo, requieren que se establezca la relación entre parejas de ideas clave del significado del organizador del currículo: tarea-objetivo, secuencia de capacidades-dificultades y capacidades-objetivo.

Como mostraré a continuación, la mayoría de los grupos tienen dificultades al explicar estas relaciones entre ideas claves. Esto sugiere falta de claridad en estos aspectos del significado del organizador del currículo.

Todos los grupos, excepto uno (grupo 4), identifican capacidades que no contribuyen significativamente al objetivo y uno de estos argumenta al respecto. Este es el grupo que no realiza ninguna de las acciones relacionadas con la representación por medio del grafo. Esto puede llevar a la conjetura de que el grupo realizó el grafo y las acciones siguientes, pero no mostró evidencias en el documento de la actividad. Además puede ser un indicador del desarrollo de la noción de caminos de aprendizaje del grupo, ya que, aunque no ven importante el hecho de mostrar el grafo como representación, si dan importancia a analizar en detalle la información que este organiza.

La mayoría de los grupos identifican las capacidades que más se usan en los caminos de aprendizaje y hacen un análisis de esta reiteración. Esta es una acción propia de los grupos y una contribución de los mismos a la actividad.

Estas acciones pertenecen a la segunda parte de la actividad en la que se pretende determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas. Dada la actuación de los grupos en esta parte de la actividad, es probable que, tanto la actividad, como los apuntes deban ser más explícitos en cuanto a lo que se espera que los profesores en formación realicen en ella.

Reformulación de tareas y capacidades

En este apartado abordo la reformulación de las tareas y las capacidades realizadas por los grupos de profesores en formación.

Reformulación de tareas

En esta parte final de la actividad, los grupos se basan en la información que proporciona el grafo de los caminos de aprendizaje, para reformular las tareas de forma que se mejore la contribución de las mismas al objetivo. Los resultados indican que el grupo 1 agrega preguntas, el grupo 6 reformula preguntas, los grupos 2 y 4 reformulan y agregan preguntas, mientras que los grupos 3 y 5 no realizan ninguna de las dos acciones.

Los resultados muestran que dos grupos, el 3 y el 5, manifiestan claras dificultades al reformular las tareas con base en la información que proporciona el grafo de los caminos de aprendizaje. Las razones para estas dificultades parecen ser diferentes para estos dos grupos. El grupo 3 produce apropiadamente el grafo de los caminos de aprendizaje, pero no interpreta esta información para reformular las tareas. El grupo 5 no puede reformular las tareas porque no logró producir un grafo de los caminos de aprendizaje apropiado.

En cuanto a la justificación del aporte de la reformulación de las tareas al logro del objetivo y a la superación de los errores, dos grupos intentan realizarla, pero solo en relación con el objetivo, a pesar de que la actividad solicita explícitamente que se tengan en cuenta los errores y las dificultades en la reformulación de las tareas. El uso técnico propuesto para la instrucción no incluye los errores y las dificultades. Esto puede explicar por qué los grupos no satisficieron este requerimiento de esta parte de la actividad. No obstante, en la actividad 3.4 destaca el hecho de que el grupo 4 hizo una contribución importante al uso técnico del organizador del currículo al introducir la idea de “espina de pescado” con la que incluyen los errores y dificultades en el grafo de los caminos de aprendizaje.

Reformulación de capacidades

Dos de los grupos (2 y 6) explicitan las capacidades propuestas previamente que no estaban siendo activadas y que son incluidas tras la reformulación de tareas. En general, todos los grupos agregan capacidades, a excepción del grupo 5. La mitad de los grupos justifica esta incorporación de capacidades.

El grupo 1 agrega capacidades en una mayor proporción. Esto era esperable puesto que había propuesto muy pocas capacidades en su lista inicial. El hecho de que sea el único grupo que no elimina capacidades puede deberse a la misma razón. Es posible que hayan propuesto pocas capacidades pero las hayan seleccionado con mayor claridad de significado, por lo que quedaron bien escogidas y no son necesarias eliminaciones.

Todos los grupos, a excepción del grupo 5, habían identificado capacidades que no contribuían significativamente al objetivo. La mayoría de los grupos también elimina capacidades. Esto es un indicador de que todos los grupos, excepto uno, desarrollan apropiadamente el uso práctico del organizador del currículo de cara a reformular las capacidades.

ANÁLISIS POR GRUPOS

En este análisis describo la manera en que los grupos abordaron la actividad objeto de este estudio y establezco algunas comparaciones entre ellos. Presento la actuación de los grupos desde las acciones que realizaron en las diferentes partes de su trabajo y explico esta actuación en términos del significado, el uso técnico y el uso práctico del organizador del currículo. Este análisis corresponde a la lectura e interpretación de la tabla de resultados por columnas.

Grupo 1

El grupo 1 identifica un primer conjunto de tareas asociado al objetivo. En la primera parte de la actividad, como proceso previo de verificación de la validez de las tareas, propone sus caminos de aprendizaje y notan que dos de sus tareas tienen caminos muy parecidos. Esto lo lleva a cambiar la tarea 1. También este grupo aporta un mayor número de caminos de aprendizaje, partiendo de un número reducido de tareas propuestas.

Este grupo presenta una de las mayores proporciones en cuanto a tareas que tienen por lo menos un camino de aprendizaje no esperado que las resuelven. Su proporción de

caminos de aprendizaje que resuelven las tareas es también una de las más altas, incluyendo un camino equivalente a uno de los esperados.

El grupo destaca por la concreción de las capacidades propuestas en la lista inicial (100%). Esto es importante puesto que, como ya se ha visto, la concreción de las capacidades contribuye a la validez de los caminos de aprendizaje que se construyen con ellas. Los caminos de aprendizaje contruidos con capacidades generales no describen en detalle la manera en que un escolar resolvería la tarea.

El grupo no realiza explícitamente ninguna de las acciones correspondientes a la representación en forma de grafo de los caminos de aprendizaje. No obstante, cuando el grupo debe utilizar la información del grafo para caracterizar la aportación del conjunto de tareas al logro del objetivo, vuelve a destacarse. Es el único grupo que argumenta sobre el bajo aporte de algunas capacidades a la consecución del objetivo.

Finalmente, en la revisión de la formulación de tareas y capacidades, mejoran sus tareas agregando nuevas preguntas, de la misma manera en que agregan capacidades. En el caso de este grupo, estas dos acciones están relacionadas, porque el planteamiento de nuevas preguntas da lugar a nuevos caminos de aprendizaje y pone en juego otras capacidades.

Este grupo muestra, durante el proceso de análisis de tareas, un desarrollo avanzado de las ideas claves que conforman el significado del organizador del currículo hipótesis de aprendizaje, satisfaciendo la mayoría de los requerimientos de la actividad. Esta puede ser la razón por la cual el grupo resta importancia al grafo como esquema organizador y asigna una mayor relevancia al análisis de esa información y al uso que se le puede dar para reformular sus tareas. Considero que esto es un indicador de un adecuado uso técnico y uso práctico del organizador del currículo por parte del grupo.

Grupo 2

El grupo 2 satisface la mayoría de los requerimientos de la primera parte de la actividad, siendo uno de los dos grupos que organiza las tareas de acuerdo con un criterio específico, generando así una acción propia. El grupo organiza las tareas en categorías relacionadas con los sistemas de representación y la fenomenología. Todas las capacidades propuestas y reformuladas por este grupo son concretas.

La proporción de tareas para las cuales el grupo propuso al menos un camino de aprendizaje no previsto que las resuelve, aunque no está entre las tres mayores, dista de los resultados de los grupos 3 y 5 (que presentan las proporciones más bajas). La

proporción de caminos de aprendizaje propuestos por el grupo que resuelven la tarea está entre los mejores resultados de esta acción, después de los grupos 6 y 1.

El grupo realiza todas las acciones requeridas por la actividad y los apuntes para la construcción del grafo, a excepción de indicar las veces en que las capacidades se conectan. Esta es una acción importante en la técnica para generar el grafo porque permite producir información sobre la manera en que se relacionan las capacidades.

Cuando utiliza la información para determinar el aporte de las tareas al objetivo, el grupo no logra identificar secuencias de capacidades reiteradas. El trabajo que realiza el grupo en esta parte de la actividad es casi idéntico al del grupo 3. Sin embargo, a diferencia del grupo 3, logra reformular y mejorar sus tareas en la parte final de la actividad.

En este grupo, la información proveniente del grafo de caminos de aprendizaje tiene alto impacto (el mayor de todos los grupos) en la reformulación de tareas. El grupo satisface todos los requerimientos de esta parte de la actividad, a excepción de la mejora de capacidades, puesto que solo agregan y eliminan algunas. También reformulan y agregan más preguntas respecto a los demás grupos. Hacen varios cambios que logran que un 17% de capacidades que antes no se activaban, se usen tras la formulación. En este sentido, este grupo destaca en su uso práctico del organizador del currículo.

Se puede observar que, al proponer un listado inicial, en el que todas las capacidades son concretas, y usar estas capacidades en los caminos de aprendizaje que propone, el grupo obtiene una buena proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea. Esto sugiere que el grupo ha desarrollado el significado del organizador del currículo, en relación con la concreción de las capacidades. Este aspecto del significado del organizador del currículo influye en la validez de los caminos de aprendizaje que producen. El uso técnico que el grupo demuestra al elaborar el grafo y el buen uso de la información generada, le permite hacer modificaciones, entre las que destaca la de activar capacidades que no estaban siendo usadas. De esta forma, el grupo pone de manifiesto su desarrollo del uso práctico del organizador del currículo.

Grupo 3

El grupo 3 propone su conjunto inicial de tareas y, al construir los caminos de aprendizaje para cada una, ponen en evidencia una dificultad: presenta la proporción más baja de tareas en las que por lo menos uno de los caminos de aprendizaje no

previstos la resuelven. Es también el grupo con la menor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas.

Este grupo tiene una de las proporciones más bajas en la concreción de capacidades de la lista inicial y, aunque se esperaría que después de desarrollar la actividad, este nivel de concreción mejorara notoriamente, la mejora que muestra es mínima. Esto sugiere que el grupo no desarrolló apropiadamente el significado de esta idea clave del organizador del currículo.

El grupo demuestra habilidad en la construcción del grafo, realizando satisfactoriamente todas las acciones correspondientes. No obstante, muestra dificultad para utilizar la información generada de cara a caracterizar el aporte de las tareas al objetivo. En este sentido, el grupo no logró desarrollar este aspecto del uso práctico del organizador del currículo. Posteriormente, en la reformulación de capacidades, el grupo solo realiza las acciones correspondientes a agregar y eliminar capacidades. Lo hace con la menor proporción de todos los grupos. Es decir, el grupo, aunque desarrolló el uso técnico de la idea de grafo de caminos de aprendizaje, no logró desarrollar su uso práctico.

En resumen, el grupo pone en evidencia en su producción un uso técnico poco desarrollado (proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea) que puede indicar dificultades con el significado del organizador del currículo. El uso práctico también es muy débil, pues no analizó la contribución de las tareas al objetivo y, por consiguiente, no reformuló las tareas.

Grupo 4

El grupo 4 identifica un conjunto de tareas asociado al objetivo y, para verificar su validez, los miembros del grupo las aplican a un grupo de estudiantes en sus lugares de trabajo. Cuando ellos hacen esta prueba, previa al desarrollo de la actividad, encuentran que las capacidades que proponen sobrepasan las capacidades de sus escolares. Esto los lleva a elegir otras tareas para realizar el análisis.

Su proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas es una de las más bajas, incluyendo un camino equivalente a uno de los esperados. El grupo construye el grafo pero de las acciones requeridas por la actividad y los apuntes solo logran indicar el número de veces en que las capacidades se conectan. Un error de conteo hace que, al indicar las veces que se usa una capacidad, la veracidad de esa información se vea afectada negativamente. Esto pone en evidencia un error menor de uso técnico.

El grupo identifica las capacidades de uso frecuente y justifica esta reiteración. No obstante, es el grupo que realiza la menor proporción de acciones que, con base en la información del grafo de caminos de aprendizaje, dan lugar a constatar si las tareas contribuyen al objetivo. Aunque el grupo reformula las tareas y las capacidades, no justifica esta reformulación.

El proceso que pone en evidencia este grupo sugiere un uso técnico débil (baja proporción de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea) y un análisis del aporte de las tareas al objetivo prácticamente nulo. Esto sugiere que, aunque el grupo desarrolló el uso práctico del organizador del currículo, al tomar algunas decisiones para hacer la reformulación de las tareas y las capacidades, estas decisiones no están lo suficientemente fundamentadas. Esta podría ser la razón de que no justificó las decisiones en la reformulación.

Grupo 5

El grupo realiza todas las acciones que se refieren a la identificación de un primer conjunto de tareas. Este grupo verifica previamente la validez de las tareas, al identificar algunas capacidades que no se activaban. Por esa razón, proponen nuevas tareas que permitan ponerlas en juego. Adicionalmente justifican la selección inicial de las tareas. El grupo 5 es uno de los dos grupos que realizan estos dos últimos procedimientos (que no eran requeridos por la actividad).

El grupo propone caminos de aprendizaje que resuelven las tareas. No obstante, producen un único camino de aprendizaje por tarea. Esto podría deberse al tema que escogieron. Sin embargo, el hecho de que este grupo presentó el menor porcentaje de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea (57%) sugiere que el grupo no profundizó suficientemente en las técnicas para producir caminos de aprendizaje o no desarrolló apropiadamente el significado de este organizador del currículo.

Las dificultades anteriores se acentúan a la hora de construir el grafo de caminos de aprendizaje que caracteriza el objetivo. El grafo queda mal construido, puesto que no incluyen en el grafo una de las tareas propuestas. Esto implica que la información organizada en el grafo está incompleta, excluyendo información de algunas capacidades. Estos dos resultados sugieren que el grupo no utilizó apropiadamente las técnicas propuestas para la construcción del grafo y que posiblemente tampoco desarrolló apropiadamente el significado de esta idea clave del organizador del currículo.

Desde la perspectiva del uso práctico del organizador del currículo, destaca el hecho de que este es uno de los dos grupos que justificó el aporte de las tareas al objetivo propuesto. Ellos concluyen que las tareas que proponen no les permiten alcanzar el objetivo. Sin embargo, habiendo llegado a esta conclusión, el grupo no reformula el conjunto de tareas. Por otro lado, el grupo elimina algunas capacidades sin presentar una justificación. Estos dos resultados sugieren que el grupo constató y puso en práctica algunas de las técnicas del uso práctico pero omitió otras.

Este grupo parece haber concentrado su esfuerzo en la identificación inicial de las tareas que pretendían caracterizar el objetivo de aprendizaje. Los resultados ponen de manifiesto sus dificultades en el uso técnico del organizador del currículo (un solo camino de aprendizaje por tarea, alta proporción de caminos de aprendizaje que no resuelven las tareas y deficiencias en el grafo de caminos de aprendizaje) que parecen surgir de un desarrollo parcial de su significado. Al no producir la información apropiada sobre el tema (uso técnico), el grupo manifestó de nuevo dificultades en el uso práctico del organizador del currículo (no reformuló las tareas y no justificó la eliminación de capacidades).

Grupo 6

La calidad del trabajo del grupo 6 destaca a lo largo de toda la actividad. Sus porcentajes son los más altos, en comparación con los demás grupos en casi todas las acciones estudiadas. El grupo realiza todas las acciones requeridas por la actividad y los apuntes, excepto dos.

El grupo tiene claridad en cuanto a la importancia de la concreción de las capacidades. Aunque es el grupo con menor número de capacidades concretas iniciales, su análisis de las tareas le permite al final concretarlas en su totalidad. En relación con los otros grupos, este grupo presenta una menor reformulación de tareas y una mayor mejora de capacidades.

El grupo usa apropiadamente el organizador del currículo para prever en detalle el aprendizaje de los escolares y analizar las tareas. Esto es evidencia de su desarrollo del significado del organizador del currículo y de su habilidad en el uso técnico.

En la parte final de la actividad, el grupo revisa el proceso y reformula sus tareas y capacidades. Por otra parte muestra una dificultad importante de uso práctico, porque no justifica el aporte de las tareas al objetivo propuesto y tampoco justifica la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas.

El grupo 6 logra desarrollar el significado del organizador del currículo, al producir la mayor proporción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas de todos los grupos. Este resultado, junto con la calidad del grafo propuesto, muestra el desarrollo de su uso técnico. Además, el grupo analiza cuidadosamente la información que surge del grafo de caminos de aprendizaje para tomar decisiones sobre la reformulación de las tareas y las capacidades, con lo que muestra su desarrollo del uso práctico del organizador del currículo.

RESUMEN DE RESULTADOS

En este apartado, resumo los resultados presentados anteriormente. Los organizo atendiendo a las tres dimensiones del modelo SUTUP (significado, uso técnico y uso práctico) del organizador del currículo en relación con las tres cuestiones principales que se abordan en la actividad (producción de los caminos de aprendizaje de las tareas, producción del grafo de los caminos de aprendizaje y reformulación de las tareas y las capacidades).

En relación con la producción de los caminos de aprendizaje, encontré que los grupos desarrollaron de manera heterogénea el significado y el uso técnico de esta idea clave. Algunos grupos producen una proporción reducida de caminos de aprendizaje que resolvían las tareas, mientras que otros presentaron proporciones más altas. Corroboré este resultado al analizar la proporción de tareas para las que todos los caminos de aprendizaje las resolvían, al identificar aquellos grupos que incluían capacidades innecesarias dentro de sus caminos de aprendizaje y al estudiar la relación entre los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos y los caminos de aprendizaje previstos por mí.

Encontré una posible relación entre la calidad de los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos (en términos de aquellos que resuelven las tareas) y el grado de concreción de las capacidades. Al parecer, aquellos grupos que desarrollaron en mayor grado el significado y el uso técnico de los caminos de aprendizaje reconocieron la importancia de trabajar con una lista de capacidades concretas.

La mayoría de los grupos desarrollaron apropiadamente el uso técnico del grafo de los caminos de aprendizaje. Solamente dos grupos incurrieron en errores menores en esta cuestión. No obstante, encontré que, con pocas excepciones, los grupos desarrollaron de manera parcial el uso práctico del organizador del currículo. Esto se

aprecia porque pocos grupos usaron la información del grafo para establecer en qué medida las tareas contribuyen al logro del objetivo, ningún grupo tuvo en cuenta los errores y las dificultades en su análisis y se presentó heterogeneidad entre los grupos a la hora de reformular las tareas y las capacidades.

8. CONCLUSIONES

En este último capítulo presento las conclusiones de este trabajo. He estructurado el capítulo en cinco partes: resumen del estudio, logro de los objetivos, implicaciones para la práctica, limitaciones del estudio y vías de investigación que el estudio deja abiertas.

RESUMEN

Me propuse abordar la caracterización del aprendizaje de los grupos de profesores en formación del programa de máster MAD 1 sobre el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. Para ello, empecé por conocer MAD en su globalidad y, posteriormente, el contenido del módulo en el que se trabajó el análisis cognitivo que incluye el organizador del currículo hipótesis del aprendizaje. Por una parte, estudié los apuntes del módulo y, por otra, el documento de la actividad correspondiente a este módulo: caminos de aprendizaje de un objetivo. De esta manera, hice una primera aproximación a las expectativas que el formador encargado del módulo de MAD tenía en relación con el aprendizaje de los profesores en formación.

El siguiente paso fue el estudio de los documentos finales que los grupos de profesores en formación produjeron después de haber realizado todo el proceso sugerido en la actividad que se les propuso en relación con el organizador del currículo hipótesis de aprendizaje. Las actuaciones que los grupos pusieron en evidencia en su producción textual eran acciones que me permitirían describir su aprendizaje y comparar sus actuaciones. Construí entonces una lista de acciones que los profesores en formación de los grupos podían realizar al abordar la actividad. Después de organizar esta lista de acciones, en función de la parte de la actividad a la que correspondieran, transformé la lista inicial en el instrumento de codificación que probamos, ajustamos y del que verificamos su fiabilidad junto con mis tutores. Seguidamente, codifiqué si cada grupo

realizaba o no las acciones, establecí relaciones entre los datos obtenidos (por acción y por grupo), analicé los resultados y produje algunas conclusiones.

Encontré que:

1. Los grupos alcanzan diferentes proporciones con respecto a la producción de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas, dando muestra de un desarrollo dispar del significado y uso técnico de esta idea clave del organizador del currículo hipótesis del aprendizaje.
2. Aparece una posible relación entre los caminos de aprendizaje que resuelven las tareas y el nivel de concreción de las capacidades. Es decir que los grupos que desarrollan un nivel avanzado del significado y uso técnico del organizador del currículo, logran reconocer la importancia de que las capacidades sean concretas.
3. En la construcción del grafo, los grupos de profesores en formación demuestran un desarrollo apropiado del significado y uso técnico del organizador del currículo.
4. Con pocas excepciones, los grupos desarrollaron de manera parcial el uso práctico del organizador del currículo: manifiestan debilidades al analizar y usar la información que surge del grafo para mejorar las tareas que proponen.

CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS

El apartado anterior muestra que he logrado los objetivos puesto que:

1. establecí las acciones que los grupos de profesores en formación pueden realizar al abordar la tercera actividad del módulo 3 de MAD 1, que se refiere al organizador del currículo hipótesis del aprendizaje;
2. organicé las acciones de los profesores en formación de acuerdo con los requerimientos propuestos en la actividad sobre caminos de aprendizaje de un objetivo;
3. determiné las acciones realizadas por cada grupo de profesores en formación; y
4. analicé las acciones realizadas por los grupos de profesores en formación para describir su aprendizaje del organizador del currículo.

Por otra parte hago algunos aportes a la teoría al establecer el significado de caminos equivalentes, identificar la importancia de la concreción de capacidades y destacar el papel de las capacidades innecesarias.

IMPLICACIONES PARA LA PRÁCTICA

Los resultados del estudio ponen en evidencia en qué medida los grupos de profesores en formación lograron las expectativas de aprendizaje propuestas por la formadora encargada del módulo. Por consiguiente, estos resultados dan indicaciones acerca del éxito del programa de formación en esta actividad.

El hecho de que todos los requerimientos de todas las partes de la actividad fueron realizados correctamente por al menos un grupo de profesores en formación indica que, para cada uno de esos requerimientos, al menos un grupo lo entendió y supo abordarlo apropiadamente. No obstante, los resultados también muestran que los grupos tuvieron una actuación desigual a lo largo de la actividad:

- ◆ algunos grupos pusieron de manifiesto un desarrollo débil del significado y el uso técnico del organizador del currículo a la hora de producir los caminos de aprendizaje de las tareas;
- ◆ algunos grupos no reconocieron la importancia de la concreción de las tareas de cara a producir los caminos de aprendizaje;
- ◆ solamente un grupo entendió la relevancia de la información que proporciona el grafo de caminos de aprendizaje para establecer la contribución de las tareas al logro del objetivo; y
- ◆ varios grupos desarrollaron el uso práctico del organizador del currículo parcialmente de cara a reformular las tareas y las capacidades.

Estos resultados me permiten formular algunas sugerencias para el diseño y desarrollo de futuras versiones de esta actividad. El formador encargado del módulo y los tutores de los grupos deberían prestar mayor atención a la formulación de las capacidades en las actividades anteriores, buscando que estas capacidades tengan un nivel de concreción adecuado. Los tutores deberían verificar, al menos parcialmente, los caminos de aprendizaje propuestos por los grupos con el fin de establecer si esos caminos de aprendizaje resuelven las tareas y si son todos los posibles caminos de aprendizaje que lo hacen. Finalmente, tanto el formador como los tutores deberían profundizar y enfatizar que el propósito de la actividad se centra en el uso práctico del organizador del

currículo: utilizar la información que proporciona el grafo de caminos de aprendizaje a efectos de establecer en qué medida las tareas contribuyen al logro del objetivo de aprendizaje y de reformular las tareas y las capacidades con ese propósito.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

En este estudio utilicé solamente una de las posibles fuentes de información disponibles: el documento que los grupos de profesores en formación produjeron al final de la actividad. Es posible que se puedan obtener resultados más detallados y fundamentados si también se tienen en cuenta dentro del análisis (a) los borradores que los grupos produjeron al final de la primera semana de la actividad, (b) el archivo PowerPoint utilizado por los grupos en su presentación a los colegas, formadores y tutores, (c) el video de esa presentación, (d) las grabaciones en audio del trabajo de dos grupos a lo largo de la actividad, (e) los comentarios de los tutores al borrador de los grupos y (f) los comentarios del formador, los tutores y la coordinadora local del programa al borrador y el documento final de los grupos. Incluir estas fuentes de información supera claramente el alcance de este trabajo.

El estudio fue limitado además, porque consideré solamente una actividad. Esto me permitió estudiar con algún detalle el desarrollo del significado y el uso técnico del organizador del currículo. No obstante, el estudio del uso práctico fue parcial, dado que los grupos utilizan la información producida con este organizador del currículo a lo largo de todo el programa de formación: para diseñar la secuencia de tareas de la unidad didáctica, para diseñar los instrumentos de evaluación y para evaluar el impacto del diseño e implementación de la unidad didáctica.

Por otra parte inicialmente preví hacer un análisis más profundo de la calidad de los caminos de aprendizaje conjugando dos tipos de acciones: los que resuelven o no la tarea y los previstos y no previstos. El tiempo disponible para el trabajo no me permitió profundizar en esta cuestión.

VÍAS ABIERTAS DE INVESTIGACIÓN

Durante el estudio han surgido nuevas preguntas e intereses de exploración sobre el tema abordado que abren paso a otras posibilidades de investigación como:

1. realizar el mismo análisis con SUTUP a lo largo de todos los módulos del programa con el propósito de indagar sobre el uso práctico del organizador del currículo en los procesos de diseño, implementación y evaluación de las unidades didácticas;
2. hacer una indagación más profunda que implique tener en cuenta las otras fuentes de información como el borrador, las grabaciones de audio, la presentación en video, entrevistas con los grupos, el formador y los tutores, los comentarios de los tutores, y la evaluación del tutor, el formador y la coordinadora local al borrador y al documento final;
3. profundizar en la relación de la riqueza de los caminos de aprendizaje con los diferentes tipos de formulación de las tareas y con el tipo de temas de las matemáticas escolares a las que esas tareas se refieren; y
4. realizar una mayor exploración de la conjetura en la que se identifica una relación entre la calidad de los caminos de aprendizaje y la concreción de las capacidades.

AGRADECIMIENTOS

Me siento afortunada al tener la oportunidad de aprender bajo la orientación de personas con gran calidad humana y académica, que siempre me han apoyado y animado en este inicio de mi formación como investigadora.

Agradezco infinitamente al Dr. Pedro Gómez y a la Dra. Consuelo Cañadas por su dedicación y exigencia. Nuestras discusiones, además de aclararme y aportarme siempre algo valioso, aumentaron mi interés de investigar sobre la formación de profesores y los organizadores del currículo.

A todos quienes de alguna manera hicieron sus aportes académicos y anímicos, muchas gracias.

9. REFERENCIAS

- Adler, J., Ball, D., Krainer, K., Lin, F. L. y Novotna, J. (2005). Reflections on an emerging field: researching mathematics teacher education. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 359-381.
- Bedoya, E. (2002). *Formación inicial de profesores de matemáticas: enseñanza de funciones, sistemas de representación y calculadoras gráficas*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Granada, España.
- Bernal, M. L., Castro, D. P., Pinzón, A., Torres, Y. F. y Romero, I. (2012). Método gráfico para resolver sistemas de ecuaciones lineales 2×2 . Documento final de la actividad 3.3. Documento no publicado. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Cifuentes, A. P., Dimate, L. E., Rincón, A. M., Velásquez, J. R. y Villegas, M. P. (2012). Adición y sustracción de números enteros. Documento final de la actividad 3.3. Documento no publicado. Bogotá: Universidad de los Andes.
- da Ponte, J. P. (2011). Teachers' knowledge, practice, and identity: essential aspects of teachers' learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14 (6), 1-5.
- Even, R. y Ball, D. (eds.) (2009). *The professional education and development of teachers of mathematics. The 15th ICMI Study* (Dordrecht: Springer).
- Gómez, P. y Cañadas, M. C. (2012). Dificultades manifestadas por profesores en formación en el aprendizaje del análisis fenomenológico. En J. Delofeu y C. Penalva (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVI* Jaén, España: SEIEM.
- Gómez, P. y González, M. J. (2009). Conceptualizing and exploring mathematics future teachers' learning of didactic notions. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación, Monografía XII*, 223-235.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada: Universidad de Granada.
- Gómez, P., González, M. J., Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2008). Learning the notion of learning goal in an initial functional training program. En O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano y A. Sepúlveda (Eds.), *Joint Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 32) and North American Chapter (PME-NA XXX)* (Vol. 3, pp. 81-88). Morelia, México: Cinvestav-UMSNH.
- Gómez, P. y González, M. J. (en revisión). Diseño de planes de formación de profesores de matemáticas basados en el análisis didáctico.

- González, M. J. (2010). Actividad 3.3 de MAD. Documento no publicado. Bogotá: Universidad de los Andes.
- González, M. J., Gómez, P. y Lupiáñez J. L. (2010). Apuntes de análisis cognitivo. Santander y Granada.
- González, M. J. y Gómez, P. (2008). Significados y usos de la noción de objetivo en la formación inicial de profesores de matemáticas. *Investigación en educación matemática XII*, 425-434.
- González, M. J. y Gómez, P. (en revisión). Conceptualizing and describing teachers' learning of pedagogical concepts.
- Hill, H. C., Ball, D. L. y Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal For Research in Mathematics Education*, 39 (4), 372-400.
- John, P. D. (2006). Lesson planning and the student teacher: re-thinking the dominant model. *Journal of Curriculum Studies*, 38 (4), 483-498.
- Krainer, K. y Llinares, S. (2010). Mathematics Teacher Education. In Peterson, P., Baker, E. & McGaw, B. (eds.), *International Encyclopedia of Education*. (Oxford: Elsevier), 702-705.
- Lupiañez, J. L. (2009). Expectativas de aprendizaje y planificación curricular en un programa de formación Inicial de profesores de matemáticas de secundaria. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada
- Ortiz, J. (2002). *Modelización y calculadora gráfica en la enseñanza del álgebra. Estudio evaluativo de un programa de formación*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Rico, L. (2004). Reflexiones sobre la formación inicial del profesor de matemáticas de secundaria. *Profesorado, revista de currículum y formación del profesorado*, 8(1), 1-15.
- Rico, L. (1997). Consideraciones sobre el currículo de matemáticas para educación secundaria. En L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 15-38). Barcelona: ICE-Horsori.
- Rico, L. (1997). Los organizadores del currículo de matemáticas. En L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 39-59). Barcelona: ICE-Horsori.
- Rico L., Gómez P. y Cañadas M. C. (2014). Formación inicial en educación matemática de los maestros de primaria en España, 1991-2010. *Revista de Educación*, 363. Disponible en www.revistaeducacion.mec.es/doi/363_169.pdf
- Rico, L., Marin, A., Lupiañez, J. L. y Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas Escolares en secundaria. El caso de los números Naturales. *Revista Suma* 58 (1), 7-23.
- Simon, M. (1995a). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal For Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Simon, M. A. (1995b). Elaborating models of mathematics teaching: A response to Steffe and d'Ambrosio. *Journal For Research in Mathematics Education*, 26(2), 160-162.

- Steffe, L. P., von Glasersfeld, E., Richards, J. y Cobb, P. (1983). *Children's counting types: Philosophy, theory, and application*. New York: Praeger Scientific.
- Sullivan, P. y Wood, T. (eds.) (2008). *The international handbook of mathematics teacher education* (Rotterdam: Sense Publishers).

ANEXO 1. CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

La tabla 4 presenta la clasificación de las acciones. Para cada acción, se indica su identificación, su origen (si proviene de la actividad, los apuntes o los grupos, o si se introduce de cara al análisis de resultados), su relación con el modelo SUTUP (si se refiere al significado, el uso técnico o el uso práctico del organizador del currículo), su formulación y su descripción para efectos del proceso de codificación.

Tabla 4

Clasificación de las acciones

#	O R	ST	Formulación	Descripción
Caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo				
Identificar un primer conjunto de tareas asociado al objetivo				
1.1	A C		Propone tareas	Propone tareas que contribuyen al desarrollo del objetivo que seleccionaron
1.2	G		Propone justificaciones para la selección de tareas	Explica por qué estas tareas permiten caracterizar el objetivo. Explica por ejemplo qué permite relacionar la tarea con el objetivo (Previo al análisis de los caminos de aprendizaje)
1.3	G		Organiza tareas de acuerdo con algún criterio	Criterios como grupos de procedimientos (algebráicos, gráficos, transversales) u organizadores del currículo (sistema de representación verbal y simbólica, sistema de representación manipulativo, representación geométrica, fenomenología), que se explicitarán en los comentarios para los grupos que lo realicen
1.4	G		Ejecuta algún procedimiento para verificar la validez de las tareas	Por ejemplo, aplican una prueba piloto para verificar la pertinencia de la tarea propuesta
1.5	G		Modifica las tareas de acuerdo con la verificación previa	De acuerdo con el procedimiento anterior, modifica las tareas antes de iniciar el análisis

Tabla 4

Clasificación de las acciones

#	O R	ST	Formulación	Descripción
Establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea				
2.1	AP	UT	Propone una lista de capacidades	Establece una lista de capacidades
2.2	P	S	Número de capacidades concretas en la lista inicial	Propone capacidades que no pueden subdividirse en capacidades más específicas. Se codifica con el número de capacidades concretas que aparecen en la lista inicial
2.3	P	S	Número de capacidades concretas en la lista final	Propone capacidades que no pueden subdividirse en capacidades más específicas. Se codifica con el número de capacidades concretas que aparecen en la lista final.
2.4	P	UT	Propone caminos de aprendizaje para todas las tareas	Hace el ejercicio de los caminos de aprendizaje para cada tarea propuesta
2.5	P	UT	Número de tareas para las cuales todos los caminos de aprendizaje estaban previstos	Los caminos de aprendizaje propuestos corresponden a los previstos por la investigadora. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.6	P	S	Número de tareas para las cuales el grupo propuso al menos un camino de aprendizaje no previsto que las resuelve	Producen más caminos de aprendizaje de los previstos y están bien en la medida que resuelven la tarea. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.7	P	S	Número de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven las tareas	Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven la tarea
2.8	P	S	Número de tareas para las cuales todos sus caminos de aprendizaje la resuelven	Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción.
2.9	P	S	Número de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas	Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea
2.10	P	UT	Número de tareas con al menos un camino equivalente a los esperados	Los caminos de aprendizaje (previsto, propuesto) Usa las mismas capacidades, pero estas aparecen en distinto orden. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.11	P	UT	Número de caminos equivalentes a los esperados	Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje equivalentes a los previstos
2.12	P	S	Número de tareas en las que hay un camino de aprendizaje con una capacidad innecesaria	El camino resuelve, pero hay una capacidad que no se utiliza al resolver la tarea. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.13	P	S	Número de caminos de aprendizaje en que aparece una capacidad innecesaria	Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje en los que aparece una capacidad innecesaria

Tabla 4

Clasificación de las acciones

#	O R	ST	Formulación	Descripción
<i>Representar en forma de grafo y/o en forma de tabla el conjunto de caminos de aprendizaje</i>				
3.1	A C	UT	Representa mediante un grafo	Muestra las capacidades involucradas en la solución de tareas y sus relaciones mediante un grafo
3.2	AP	UT	Indica en el grafo el número de veces en que las capacidades se conectan	Señala cuántas veces se produce una conexión entre dos capacidades
3.3	AP	UT	Indica en el grafo la reiteración de las capacidades	Muestra cuántas veces se usa una capacidad
3.4	AP	UT	Indica la capacidad que es inicio de un camino de aprendizaje	Usa alguna convención para mostrar que la capacidad es origen
3.5	AP	UT	Indica el número de veces que se usa una secuencia de capacidades	Para tres o más capacidades que se conectan constantemente
3.6	G	UT	Indica el número de veces en que la capacidad es origen	Señala cuántas veces la capacidad es inicio de un camino
3.7	G	UT	Indica el número de veces en que la capacidad es final	Señala cuántas veces la capacidad es final de un camino
3.8	AP	UT	En caso de que se presenten capacidades no utilizadas, las Muestra	Especifica las capacidades propuestas que no fueron útiles
3.9	A C	UT	Representa mediante una tabla	Construye una tabla en donde resume la información de los caminos de aprendizaje propuestos por el grupo
<i>Determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas y errores y dificultades</i>				
4.1	A C	S	Justifica el aporte de las tareas al objetivo propuesto	Después de hacer el análisis de los caminos de aprendizaje, encuentra razones para argumentar sobre el aporte de las tarea. Aquí los grupos que lo hacen, justifican de manera general sobre cómo el conjunto de tareas aporta al objetivo
4.2	AP	UT	Identifica las secuencias de capacidades reiteradas	Muestra la relación entre un subgrupo de capacidades consecutivas del camino de aprendizaje que más se Usa
4.3	G	UT	Describen la relación entre las capacidades de una secuencia reiterada	Explica a qué hace referencia y por qué se da la relación
4.4	A C	S	Justifica la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas	Explica la reiteración de secuencias de capacidades en términos, por ejemplo, de cómo la secuencia permite enfrentarse a una dificultad específica ya considerada
4.5	AP	UT	Identifica las capacidades que no contribuyen significativamente al objetivo	Es decir, menciona las capacidades menos usuales

Tabla 4

Clasificación de las acciones

#	O R	ST	Formulación	Descripción
4.6	G	S	Argumenta sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo	Explica por qué se usa menos en contraste con las expectativas propuestas para el grado
4.7	G	UT	Identifica capacidades que aparecen frecuentemente en todos los caminos de aprendizaje (capacidades claves)	Relaciona una capacidad con todos los caminos de aprendizaje
4.8	G	UT	Hace un análisis de la reiteración de capacidades	Identifica las capacidades de repetido uso y explica de manera general, a qué se debe esta reiteración
4.9	G	UT	Hace un análisis de la reiteración de capacidades y su relación con el objetivo	Identifica las capacidades de repetido uso y explica desde el objetivo, a qué se debe esta reiteración
Revisar la formulación de tareas				
5.1	A C	S	Identifica capacidades mejorables	Reconoce al menos una capacidad mejorable
5.2	A C	UP	Reformula la pregunta de la tarea	Reformula la pregunta para que se pongan en juego más capacidades, implicando cambios en los caminos de aprendizaje. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
5.3	P	UP	Agrega nuevas preguntas	Construye nuevas preguntas para poner en juego capacidades que no se usaban antes de la reformulación. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
5.4	G	UP	Justifica el aporte de la reformulación de la tarea al desarrollo del objetivo y superación de errores	Explica la necesidad de reformular la tarea para que estén más relacionadas con el objetivo y la superación de errores a los que podría enfrentarse el estudiante
5.5	G	UT	Clasifica las capacidades de acuerdo con algún criterio	Según estas correspondan a tipos de procedimiento, por ejemplo algebraicos, gráficos o transversales
5.6	G	UP	Explicita las capacidades propuestas previamente que no estaban siendo usadas y que son incluidas tras la reformulación de tareas	En cuanto a las capacidades que antes no se usaban y después de la reformulación de la tarea si se Usa. Se codifica con el número de capacidades que aparecían en lista y no estaban siendo puestas en juego pero que sí se Usa tras la reformulación
5.7	P	UP	Agrega capacidades	Consideran una nueva capacidad. Se codifica con el número de capacidades agregadas
5.8	G	UP	Justifica la incorporación de capacidades	Argumenta desde los caminos de aprendizaje la inclusión de la nueva capacidad

Tabla 4

Clasificación de las acciones

#	O R	ST	Formulación	Descripción
5.9	P	UP	Elimina capacidades	Quita una capacidad de la lista inicial. Se codifica con el número de capacidades eliminadas
5.1 0	G	S	Justifica la eliminación de capacidades	Hace explícita la razón que conduce a la eliminación de la capacidad, por ejemplo, el estar incluida dentro de otra
5.1 1	P	UP	Mejora capacidades	Modifica las capacidades que identificaron como mejorables. Por ejemplo, una capacidad general se transforma en una más específica luego de la reformulación. Se codifica con el número de capacidades reformuladas

Nota: OR = origen de la acción; AC = requerida por la actividad; AP = incluida en los apuntes; G = propia de al menos un grupo; P = introducida para los análisis; ST = SUTUP; S = significado; UT = uso técnico; UP = uso práctico.

ANEXO 2. EJEMPLO DE CODIFICACIÓN ACCIONES GRUPO 1

#	TA	Descripción	Código	Validez	Comentario	Explicación de la acción y los códigos
		Número de tareas	4			Indicar el número total de tareas que el grupo aborda
		Número de caminos de aprendizaje	15			Indicar el número total de caminos de aprendizaje que el grupo produce
		Número de capacidades iniciales	10			Indicar el número total de capacidades que el grupo propone antes del análisis de los CdA.
		Número de capacidades finales	16			Indicar el número total de capacidades que el grupo propone después del análisis de los CdA
Caminos de aprendizaje de las tareas de un objetivo						
<i>Identificar un primer conjunto de tareas asociado al objetivo</i>						
1.1	AC	Propone tareas	S			Proponen tareas que contribuyen al desarrollo del objetivo que seleccionaron
1.2	G	Propone justificaciones para la selección de tareas	S	N	(1, 29-36) Explican que la tarea permite relacionar las capacidades. La explicación es poco profunda.	Explican por qué estas tareas permiten caracterizar el objetivo. Explican por ejemplo qué permite relacionar la tarea con el objetivo (Previo al análisis de los CdA)
1.3	G	Organiza tareas de acuerdo con algún criterio	N			Criterios como grupos de procedimientos (algebraicos, gráficos, transversales) u organizadores del currículo (sistema de representación verbal y simbólica, sistema de representación manipulativo, representación geométrica, fenomenología), que se explicitarán en los comentarios para los grupos que lo realicen
1.4	G	Ejecuta algún procedimiento para verificar la validez de las tareas	S		Proponen previamente caminos de aprendizaje y notan que las tareas 1 y 3 tienen caminos muy parecidos. (9, 14-19) ESTO SE DEJA VER AL FINAL PERO NO ENCONTRÉ EVIDENCIA NI EN 3.1 NI EN 3.2	Por ejemplo, aplican una prueba piloto para verificar la pertinencia de la tarea propuesta
1.5	G	Modifica las tareas de acuerdo con la verificación previa	S		Por lo anterior cambian la tarea 1 por otra. (9, 14-19)	De acuerdo con el procedimiento anterior, modifican las tareas antes de iniciar el análisis
<i>Establecer los caminos de aprendizaje de cada tarea.</i>						
2.1	AP	Propone una lista de capacidades	S		Al final de la actividad	Establecen una lista de capacidades
2.2	P	Número de capacidades concretas en la lista inicial	10		Revisando el borrador, proponen una lista de 10 capacidades todas concretas. Pero en el borrador no en este documento	Proponen capacidades que no pueden subdividirse en capacidades más específicas. Se codifica con el número de capacidades concretas que aparecen en la lista inicial
2.3	P	Número de capacidades concretas en la lista final	16			Proponen capacidades que no pueden subdividirse en capacidades más específicas. Se codifica con el número de capacidades concretas que aparecen en la lista final.
2.4	P	Propone caminos de aprendizaje para todas las tareas	S			Hacen el ejercicio de los CdA para cada tarea propuesta
2.5	P	Número de tareas para las cuales todos los caminos de aprendizaje estaban previstos	0	4		Los CdA propuestos corresponden a los previstos por nosotros. Un camino de aprendizaje equivalente se considera como esperado. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción

2.6	P	Número de tareas para las cuales el grupo propuso al menos un camino de aprendizaje no previsto que las resuelve	4		Producen más CdA de los previstos y están bien en la medida que resuelven la tarea. Un camino de aprendizaje equivalente no se considera como no esperado. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.7	P	Número de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven las tareas	7		Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje no previstos que resuelven la tarea
2.8	P	Número de tareas para las cuales todos sus caminos de aprendizaje la resuelven	2		Los caminos que indican tienen capacidades que permiten abordar la tarea. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción. (Un caso particular para tener en cuenta es cuando en el camino de aprendizaje aparece una capacidad que no corresponde a la que se usa, es decir; Se hace una mala elección de una capacidad que aunque parece similar a la usada, es diferente)
2.9	P	Número de caminos de aprendizaje que resuelven las tareas	12		Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje que resuelven la tarea
2.10	P	Número de tareas con al menos un camino equivalente a los esperados	1		Los caminos de aprendizaje (previsto, propuesto) usan las mismas capacidades, pero estas aparecen en distinto orden. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.11	P	Número de caminos equivalentes a los esperados	1		Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje equivalentes a los previstos
2.12	P	Número de tareas en las que hay un camino de aprendizaje con una capacidad innecesaria	0		El camino resuelve, pero hay una capacidad que no se utiliza al resolver la tarea. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
2.13	P	Número de caminos de aprendizaje en que aparece una capacidad innecesaria	0		Viene del ítem anterior. Se codifica con el número de caminos de aprendizaje en los que aparece una capacidad innecesaria
Representar en forma de grafo y/o en forma de tabla el conjunto de					
3.1	AC	Representa mediante un grafo	N	Mencionan el grafo, pero no lo muestran.	Grafo: se refiere a la reunión de todos los caminos de Muestran las capacidades involucradas en la solución de tareas y sus relaciones mediante un grafo
3.2	AP	Indica en el grafo el número de veces en que las capacidades se conectan	N		Señalan cuántas veces se produce una conexión entre dos capacidades
3.3	AP	Indica en el grafo la reiteración de las capacidades	N	Menciona las capacidades que más se repiten, explica las razones, pero no muestra cuántas veces se usa. (5, 42-51)	Muestran cuántas veces se usa una capacidad
3.4	AP	Indica la capacidad que es inicio de un camino de aprendizaje	N		Usan alguna convención para mostrar que la capacidad es origen
3.5	AP	Indica el número de veces que se usa una secuencia de capacidades	N		Para tres o más capacidades que se conectan constantemente
3.6	G	Indica el número de veces en que la capacidad es origen	N		Señalan cuántas veces la capacidad es inicio de un camino
3.7	G	Indica el número de veces en que la capacidad es final	N		Señalan cuántas veces la capacidad es final de un camino
3.8	AP	En caso de que se presenten capacidades no utilizadas, las Muestra		El grupo especifica que ha usado la totalidad de las capacidades (5, 68-70).	Especifican las capacidades propuestas que no fueron útiles
3.9	AC	Representa mediante una tabla	N		Construye una tabla en donde resume la información de los caminos de aprendizaje propuestos por el grupo
Determinar la contribución de las tareas al desarrollo de las expectativas previstas y errores y dificultades					
<i>Utilizar la información anterior para caracterizar la aportación del conjunto</i>					
4.1	AC	Justifica el aporte de las tareas al objetivo propuesto	N		Después de hacer el análisis de los CdA, encuentran razones para argumentar sobre el aporte de las tareas. Aquí los grupos que lo hacen, justifican de manera general sobre cómo el conjunto de tareas aporta al objetivo
4.2	AP	Identifica las secuencias de capacidades reiteradas	S	(5, 15-41) Establecen las secuencias en orden de importancia según su complejidad. ¿del más importante al menos?	Muestran la relación entre un subgrupo de capacidades consecutivas del camino de aprendizaje que más se usan
4.3	G	Describen la relación entre las capacidades de una secuencia reiterada	S	(5, 15-41) Explican el procedimiento que se desarrolla con el uso de la secuencia.	Explican a qué hace referencia y por qué se da la relación
4.4	AC	Justifica la reiteración de secuencias de capacidades en términos de las dificultades previstas	S	(5, 15-41) Justifican desde el análisis de errores. Actividad 3.2	Explican la reiteración de secuencias de capacidades en términos, por ejemplo, de cómo la secuencia permite enfrentarse a una dificultad específica ya considerada
4.5	AP	Identifica las capacidades que no contribuyen significativamente al objetivo	S	(5, 54-65)	Es decir, mencionan las capacidades menos usuales
4.6	G	Argumenta sobre el bajo aporte de las capacidades al objetivo	S	(5, 54-65)	Explican por qué se usan menos en contraste con las expectativas propuestas para el grado
4.7	G	Identifica capacidades que aparecen frecuentemente en todos los caminos de aprendizaje (capacidades claves)	S	(5, 43-45) Mencionan las capacidades que más se repiten	Relacionan una capacidad con todos los caminos de aprendizaje

4.8	G	Hace un análisis de la reiteración de capacidades	S	N	Intentan explicar las razones, pero sin claridad. (5, 42-51)	Identifican las capacidades de repetido uso y explican de manera general, a qué se debe esta reiteración
4.9	G	Hace un análisis de la reiteración de capacidades y su relación con el objetivo	N		Sin embargo escriben "por razones explicadas en los apartados anteriores" por lo que podría interpretarse que aportan más a la caracterización del objetivo.	Identifican las capacidades de repetido uso y explican desde el objetivo, a qué se debe esta reiteración
Revisar la formulación de tareas						
<i>Revisar el proceso anterior para reformular las tareas de forma que se mejore la</i>						
5.1	AC	Identifica capacidades mejorables	S		La capacidad c9 y la capacidad c10. Esta última se reformula en c12. Esto se ve comparando con la actividad 3.2	Reconocen al menos una capacidad mejorable
5.2	AC	Número de tareas para las que se reformula su pregunta	0			Reformulan la pregunta para que se pongan en juego más capacidades, implicando cambios en los caminos de aprendizaje. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
5.3	P	Número de tareas para las que se agregan nuevas preguntas	2		Agregan una nueva pregunta para las tareas 1 y 2. (9, 18-22) (9, 35-37)	Construyen nuevas preguntas para poner en juego capacidades que no se usaban antes de la reformulación. Se codifica con el número de tareas para las cuales el grupo realizó la acción
5.4	G	Justifica el aporte de la reformulación de la tarea al desarrollo del objetivo y superación de errores	S	N	Justifican en relación con el desarrollo de las capacidades. (9, 21-24), (9, 36-39)	Explican la necesidad de reformular la tarea para que estén más relacionadas con el objetivo y la superación de errores a los que podría enfrentarse el estudiante
5.5	G	Clasifica las capacidades de acuerdo con algún criterio	N			Según estas correspondan a tipos de procedimiento, por ejemplo algebraicos, gráficos o transversales
5.6	G	Número de capacidades que no estaban siendo activadas y se activan tras la reformulación de las tareas	0		Se usan todas las capacidades antes de la reformulación. Especifican que después de la reformulación c4 y c12 se usan más.	En cuanto a las capacidades que antes no se usaban y después de la reformulación de la tarea si se usan. Se codifica con el número de capacidades que aparecían en lista y no estaban siendo puestas en juego pero que sí se usan tras la reformulación
5.7	P	Número de capacidades agregadas	6		Comparando con la lista de capacidades de la actividad 3.2, se puede notar que agregan 6 capacidades.	Consideran una nueva capacidad. Se codifica con el número de capacidades agregadas
5.8	G	Justifica la incorporación de capacidades	N			Argumentan desde los CdA la inclusión de la nueva capacidad
5.9	P	Número de capacidades eliminadas	0			Quitan una capacidad de la lista inicial. Se codifica con el número de capacidades eliminadas
5.10	G	Justifica la eliminación de capacidades			No eliminaron alguna. Por tanto no deben justificar. No aplica. Vacío	Hace explícita la razón que conduce a la eliminación de la capacidad, por ejemplo, el estar incluida dentro de otra
5.11	P	Número de capacidades reformuladas	0		Comparando con la lista de capacidades de la actividad 3.2, se puede notar que modifican 3 capacidades. Antes de esto en la actividad 3.2 y de la lista inicial, modifican c1, c2, c9, eliminan c4, c7, c10, agregan c3, c8, c9. Con la lista que resulta es de la que parten en la actividad 3.3.	Modifican las capacidades que identificaron como mejorables. Por ejemplo, una capacidad general se transforma en una más específica luego de la reformulación. Se codifica con el número de capacidades reformuladas