

# Modelo del análisis didáctico y la modalidad virtual de aprendizaje y enseñanza

Didactical analysis model and the virtual  
modality of learning and teaching

PEDRO GÓMEZ, CARLOS VELASCO, PAOLA CASTRO Y ALEXANDRA BULLA  
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

## Resumen

La pandemia producida por el virus SARS-CoV-2 cambió la forma en la que profesores y estudiantes interactúan durante el desarrollo de sus actividades escolares. El modelo del análisis didáctico se concibió para una situación en la que las clases se implementan de manera presencial: la mayor parte del proceso de aprendizaje y enseñanza tiene lugar en el aula de clase. ¿Qué implicaciones tiene la modalidad virtual en la implementación del modelo del análisis didáctico en el aula y qué aspectos del modelo se deben revisar? Con base en la experiencia de cuatro grupos de profesores que diseñaron e implementaron unidades didácticas en la modalidad virtual durante el confinamiento, en este capítulo, abordamos estas cuestiones y mostramos que el modelo del análisis didáctico se puede adaptar a la modalidad virtual de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas. Este proceso de adaptación implica algunas oportunidades y dificultades.

**Palabras clave:** análisis didáctico, formación de profesores, matemáticas, virtualidad

## Abstract

The pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus changed the way in which teachers and students interact during the development of their school activities. The didactical analysis model was conceived for a situation in which classes are implemented face-to-face: most of the learning and teaching process takes place in the classroom. What implications does the virtual modality have on the implementation of the didactical analysis model in the classroom

and what aspects of the model should be revised? Based on the experience of four groups of teachers who designed and implemented didactical units in a virtual modality during confinement, in this chapter, we address these questions and show that the didactical analysis model can be adapted to the virtual modality of learning and teaching mathematics. This adaptation process involves some opportunities and difficulties.

**Keywords:** didactical analysis, mathematics, teacher training, virtuality

## 1. Introducción

En la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia), la Maestría en Educación Matemática (MAD) que ofrecemos sigue de cerca la versión del modelo del análisis didáctico que se concretó en Gómez (2018) y que hemos desarrollado en los últimos quince años. Esta versión del modelo del análisis didáctico aborda las prácticas de planificación, implementación y evaluación de unidades didácticas y presenta características distintivas en los análisis de contenido (Cañadas *et al.*, 2018), cognitivo (González y Gómez, 2018), de instrucción (Gómez *et al.*, 2018), de actuación (Romero y Gómez, 2018) y de datos (Marín y Gómez, 2018). En los últimos once años, hemos formado 89 profesores en siete cohortes. La octava cohorte de la maestría (que identificaremos de aquí en adelante como MAD 8) inició en enero de 2020 y terminó en diciembre de 2021. A diferencia de las cohortes anteriores, las circunstancias de confinamiento por covid-19 establecidas por el Gobierno colombiano en 2020 implicaron que los grupos de profesores en formación diseñaran una unidad didáctica bajo esas circunstancias y la implementaran en abril de 2021. Los estudiantes estaban confinados en sus casas. Los profesores tuvieron que promover el aprendizaje de sus estudiantes a distancia o en la virtualidad.

Los miembros del equipo académico de UED, el centro de investigación y formación en Educación Matemática de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes, constatamos, a finales de 2020, que las circunstancias de confinamiento podían generar dificultades para formadores, tutores y profesores en formación. Siempre habíamos desarrollado la maestría en circunstancias en las que los grupos de profesores en formación implementaban su unidad didáctica en la modalidad presencial: pro-

fesores y estudiantes podían interactuar en el aula. De cara a la implementación de las unidades didácticas de esta cohorte, el equipo académico de UED decidió no introducir ningún cambio en el diseño del programa. Esa situación generó las siguientes preguntas: ¿pudieron estos grupos de profesores implementar sus unidades didácticas como esperaban?; ¿qué modificaciones introdujeron en las técnicas curriculares que surgen del modelo y que forman parte del diseño del plan de formación?; y, de la experiencia de estos grupos de profesores, ¿qué conclusiones podemos sacar en relación con la concepción del modelo del análisis didáctico y el diseño del programa?

En este capítulo, reseñamos las reflexiones que realizamos alrededor de estas preguntas y mostramos cómo los cuatro grupos de profesores en formación de MAD 8 abordaron la implementación de su unidad didáctica en circunstancias de confinamiento. En primer lugar, presentamos algunas reflexiones sobre el modelo del análisis didáctico y el diseño de planes de formación basados en él. Buscamos distinguir aquellas cuestiones que son propias del modelo (*conceptos curriculares*) de las que forman parte del diseño del programa (*prácticas y técnicas curriculares*). Después describimos el estudio que realizamos con los grupos de MAD 8 con el propósito de indagar sobre las adaptaciones que ellos introdujeron al implementar su unidad didáctica. Finalmente, discutimos sobre los resultados de ese estudio y presentamos algunas conclusiones.

## 2. Modelo del análisis didáctico

En este apartado, abordamos tres cuestiones sobre el modelo del análisis didáctico: sus fundamentos, su estructura y la noción de concepto pedagógico. Los fundamentos tienen que ver con las finalidades del modelo, su carácter curricular y las visiones de las matemáticas, su aprendizaje, su enseñanza y su evaluación.

El modelo tiene una finalidad descriptiva. Pretende describir la actuación de un profesor ideal al planificar, implementar y evaluar unidades didácticas sobre temas concretos de las matemáticas escolares. Esta descripción permite establecer las competencias, conocimientos y habilidades que ese profesor ideal debe tener para lograr ese propósito (Gómez, 2006; Gómez, 2007).

Esta información se encuentra en la base del diseño de planes de formación de profesores de matemáticas como MAD (Gómez y González, 2013). Como base de programas de formación de profesores de matemáticas, el modelo del análisis didáctico tiene una finalidad práctica: pretende proporcionar conceptos y técnicas curriculares que le permitan al profesor diseñar, implementar y evaluar unidades didácticas que proporcionen las mejores oportunidades de aprendizaje a los estudiantes (Gómez, 2014). Su estructura se basa en las competencias de planificación, implementación y evaluación, y en las cuatro dimensiones del currículo: conceptual, cognitiva, formativa y social (Rico, 1997). Finalmente, el modelo surge de una visión constructivista del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas (Simon, 1995) y una visión funcional de las matemáticas (Rico y Lupiáñez, 2008, p. 95). Las matemáticas se consideran como una herramienta para abordar y resolver problemas en diferentes situaciones. Desde la perspectiva de la formación de los estudiantes, las matemáticas no son un fin en sí mismas. Consideramos que los estudiantes aprenden matemáticas cuando, al abordar tareas complejas que implican problemas contextualizados, ponen en juego los conocimientos y destrezas que tienen disponibles, interactúan y se comunican con otros estudiantes y con el profesor, negocian significados, llegan a acuerdos sobre la solución de la tarea, y comunican y justifican su solución (Gómez y Romero, 2015, p. 62). En este contexto, vemos al profesor como el responsable de diseñar, implementar y evaluar oportunidades para que los estudiantes puedan aprender. Consideramos la evaluación como un proceso continuo de intercambio de información que el profesor utiliza para mejorar esas oportunidades de aprendizaje.

Aunque el modelo inicial del análisis didáctico estaba centrado en la competencia de planificación (Gómez, 2007; Rico *et al.*, 2008), el trabajo que se ha realizado en la Universidad de los Andes ha extendido el modelo a las tres competencias del profesor (Gómez, 2018). Los diferentes análisis del modelo están compuestos por conceptos pedagógicos.

Los conceptos pedagógicos son herramientas conceptuales y metodológicas que guían la forma en que los profesores de matemáticas ponen en práctica sus conocimientos. Con un concepto pedagógico

determinado, el profesor puede analizar un tema y producir información específica sobre él que puede utilizar para planificar sus clases. (González y Gómez, 2014, p. 16)

Por ejemplo, los conceptos pedagógicos que componen el análisis de contenido son estructura conceptual, sistemas de representación y fenomenología.

### 3. Diseño de planes de formación con base en el modelo

En el apartado anterior describimos las cuestiones clave que sustentan el modelo del análisis didáctico. Esas reflexiones ponen de manifiesto que es necesario distinguir el modelo, en sí mismo, de la implementación del modelo en un plan de formación de profesores de matemáticas. En este apartado, abordamos esa segunda cuestión.

El modelo describe la actuación de un profesor ideal y permite establecer las competencias, conocimientos y habilidades necesarios para esa actuación. Con base en esa información, se diseña un plan de formación. Como es natural, ese diseño atiende a las competencias y sigue las fases propuestas por los análisis que componen el modelo, pero no es el modelo. El plan de formación tiene un propósito: proporcionar a los profesores en formación conceptos y técnicas curriculares para que puedan ofrecer mejores oportunidades de aprendizaje a sus estudiantes.

En el caso de MAD, el programa está estructurado en ocho módulos (dos módulos por semestre): noción de currículo en matemáticas, análisis de contenido, análisis cognitivo, análisis de instrucción, análisis de actuación, análisis de datos, evaluación de la planificación e informe final. Cada módulo está compuesto por cuatro actividades. Los módulos y las actividades tienen unos propósitos y abordan un contenido, con una metodología y un esquema de evaluación. El contenido de los módulos y las actividades se refieren tanto a los conceptos implicados en los análisis del modelo (conceptos curriculares) como a los instrumentos y técnicas que hemos diseñado para que los profesores en formación puedan realizar los análisis que se proponen

(técnicas curriculares). De cierta manera, los conceptos y las técnicas curriculares que usamos en MAD se refieren a dos espacios diferentes: los conceptos forman parte del modelo y las técnicas forman parte del diseño del plan de formación. A continuación, describimos brevemente el programa.

Al inicio del programa, los participantes se organizan en grupos de tres o cuatro personas. Cada grupo trabaja en un tema matemático concreto y realiza un ciclo de análisis didáctico sobre su tema a lo largo de los ocho módulos del programa. Al final de los primeros cinco módulos, los grupos producen un diseño de la unidad didáctica. Entre el quinto y sexto módulo, los grupos se centran en la implementación de la unidad didáctica. Entre el sexto y séptimo módulo, ellos se centran en la recolección y análisis de la información con motivo de esta implementación y, en el último módulo, en la producción del informe de la experiencia global.

Cada grupo tiene asignado un tutor que lo acompaña a lo largo de todo el programa. Los grupos reciben también el apoyo permanente del responsable de la cohorte, quien está a cargo de su gestión. En lo que sigue, nos referiremos a los propósitos de los módulos y actividades, y a los conceptos y a las técnicas curriculares, con el objetivo de centrar la atención en aquello que puede cambiar cuando los profesores implementan sus unidades didácticas en la modalidad virtual.

En la implementación que hemos hecho del modelo para el diseño de MAD, hemos establecido unos propósitos para los módulos y las actividades del programa. Por ejemplo, en el módulo del análisis de contenido, el propósito es que los profesores en formación concreten el tema de las matemáticas de su propuesta y, en el análisis de instrucción, se busca que los profesores diseñen la secuencia de tareas de aprendizaje que contribuya al logro de los objetivos de aprendizaje que establecieron en el módulo de análisis cognitivo. Por otro lado, las actividades también tienen propósitos. La segunda actividad del análisis de actuación busca que los grupos de profesores en formación establezcan los criterios de logro para los objetivos de aprendizaje e integren en la planificación de la instrucción los aspectos correspondientes a la evaluación.

Los conceptos curriculares forman parte del modelo del análisis didáctico, mientras que las técnicas curriculares son pro-

pias del diseño del programa de formación. En el análisis de instrucción, la noción de tarea es un concepto pedagógico y los materiales y recursos son uno de sus conceptos curriculares. El programa sugiere una técnica curricular para la selección de materiales y recursos basada en su eficacia y eficiencia (Gómez *et al.*, 2018, pp. 214-217). Encontramos que varios programas de formación, basados en el modelo del análisis didáctico, pueden proponer técnicas curriculares diferentes. En cierta medida, esto sucede cuando comparamos, por ejemplo, el diseño de MAD, el diseño del curso de deconstrucción de problemas matemáticos ([https://bit.ly/UED\\_Deconstruccion](https://bit.ly/UED_Deconstruccion)) y el diseño de los cursos MOOC ([https://bit.ly/CursosMOOC\\_UED](https://bit.ly/CursosMOOC_UED)) que UED ofrece a profesores de Primaria.

#### 4. Preguntas de investigación

Las reflexiones anteriores tenían como propósito centrar nuestra atención en las cuestiones que queremos abordar en este capítulo. De cara al trabajo de MAD 8, el equipo académico de UED decidió no introducir ningún cambio en el modelo o en el diseño del programa. No obstante, sugerimos a los grupos de profesores en formación que diseñaran su unidad didáctica bajo el supuesto de que sería implementada en circunstancias de confinamiento. Dado el diseño del programa, estos cambios y adaptaciones se refieren exclusivamente a las técnicas curriculares. De esta forma, nos formulamos las siguientes preguntas que abordan las implicaciones de la modalidad virtual en la implementación del modelo del análisis didáctico en el aula y en los aspectos del modelo que se deben revisar: *a)* ¿cuáles fueron las principales dificultades que ellos enfrentaron en este proceso?; *b)* ¿lograron los grupos de profesores en formación implementar su unidad didáctica de acuerdo con las finalidades, estructura, conceptos y propósitos propuestos por el modelo y el programa de formación?; *c)* si lo lograron, ¿qué cambios y adaptaciones introdujeron a las técnicas curriculares?; *d)* con motivo de esta experiencia, ¿qué oportunidades y retos surgen al implementar unidades didácticas basadas en el modelo del análisis didáctico en la modalidad virtual?; y *e)* ¿cómo influyó la formación que ellos habían recibido en el programa en las decisiones que ellos toma-

ron para adaptar el diseño y la implementación de su unidad didáctica a las circunstancias del confinamiento?

## 5. Método

Para indagar sobre las preguntas de investigación, entrevistamos a los cuatro grupos de MAD 8. Los cuatro grupos aceptaron la invitación y todos los miembros de los grupos asistieron a las entrevistas. Entrevistamos cada grupo por separado y ellos aceptaron que la entrevista fuera grabada en audio. Realizamos una entrevista semiestructurada que configuramos alrededor de ocho preguntas que se discutieron entre los autores para asegurarnos de su validez interna. Las preguntas fueron las siguientes: *a)* ¿cómo clasificaron a los estudiantes en términos de su posibilidad de interacción?; *b)* ¿qué dificultades tuvieron que abordar en el diseño y la implementación de la unidad didáctica con motivo de las circunstancias del confinamiento?; *c)* ¿cómo abordaron esas dificultades?; *d)* ¿se hicieron cambios en la secuencia de tareas, elementos de las tareas, diarios u otros elementos de la unidad didáctica?; *e)* ¿qué se logró de lo que se esperaba?; *f)* ¿qué no se logró de lo que se esperaba?; *g)* ¿consideran que lo logrado en la virtualidad es diferente a lo que habrían logrado en una modalidad presencial?; y *h)* ¿qué aprendieron con motivo de esta implementación?

Al menos tres investigadores asistieron a las entrevistas. Uno de ellos asumió el cargo de moderador y formuló las preguntas a medida que se avanzaba en la entrevista. Los otros investigadores y el moderador realizaron preguntas más concretas de acuerdo con las respuestas de los grupos. Por ejemplo, en algunas ocasiones se indagó sobre la dinámica de clase o sobre el efecto de la formación que ellos habían recibido durante el programa en su actuación en la implementación. Al menos dos investigadores recogieron y organizaron separadamente la información proporcionada por los profesores en un esquema de categorías y códigos que surgen de las técnicas curriculares que se proponen en el programa y de las mismas preguntas. Por ejemplo, para la categoría de prácticas curriculares, identificamos el código selección de materiales y recursos.

Una vez terminadas todas las entrevistas, estos dos investigadores revisaron las grabaciones, compararon sus apuntes y llega-



ron a acuerdos sobre la información proporcionada por los grupos de profesores. En los casos de desacuerdo, los investigadores regresaron a las grabaciones para validar sus interpretaciones con base en la evidencia. Uno de los investigadores recogió estos acuerdos y reunió en un solo archivo la información que se obtuvo de los cuatro grupos. Este resumen estructurado fue revisado y discutido por todos los investigadores. Como resultado de los acuerdos a los que se llegó en esa discusión, identificamos las cuestiones clave que presentamos como resultados.

## 6. Contexto

La modalidad virtual dio lugar a una clasificación de los estudiantes de acuerdo con sus posibilidades de interacción e implicó que los profesores tuvieran que enfrentar dificultades que describimos a continuación.

### 6.1. Clasificación de los estudiantes

Según las posibilidades de comunicación con los estudiantes, los cuatro grupos de profesores los clasificaron en cuatro categorías: *a)* los que pudieron asistir permanentemente a las clases sincrónicas en plataformas; *b)* los que asistían de manera intermitente a las clases sincrónicas, pero tenían acceso a sistemas como WhatsApp; *c)* los que solo tenían acceso a sistemas como WhatsApp; y *d)* los que solo tenían acceso a documentos y llamadas telefónicas como medio de interacción. Los profesores nos informaron, sobre todo, acerca de las clases sincrónicas y describieron con menos detalle los procesos con los estudiantes que no pudieron asistir a ellas.

### 6.2. Dificultades

El paso de la modalidad presencial a la modalidad virtual llevó a los profesores a enfrentarse a dificultades diversas. Estas dificultades forman parte del contexto en el que ellos diseñaron e implementaron su unidad didáctica, y resultaron relevantes para el desarrollo de las tareas de aprendizaje. Tres de los cuatro grupos tuvieron que enfrentarse a la novedad de la tecnología en la vir-

tualidad. Fue necesario que ellos aprendieran a usar las plataformas para sus clases sincrónicas y las demás tecnologías para proporcionar información e interactuar con sus estudiantes. Asimismo, manifestaron las dificultades que tuvieron para saber en qué medida y de qué forma sus estudiantes estaban aprendiendo. Por esa razón, percibieron que no pudieron ayudar, retroalimentar e interactuar con sus estudiantes como hubieran deseado.

El confinamiento y el paso a la modalidad virtual tuvieron implicaciones en la organización temporal del trabajo de los profesores. Los profesores mencionaron el impacto del confinamiento en su carga laboral. Los horarios de trabajo se ampliaron y ellos tuvieron que atender a sus estudiantes, jefes y padres de familia en los momentos en los que la interacción era posible. Algunas instituciones educativas incluyeron normas para flexibilizar la entrega de los trabajos por parte de los estudiantes que no se podían conectar. Esto dificultó la revisión de esos trabajos y la retroalimentación que los profesores les podían dar. Por otro lado, las nuevas circunstancias implicaron que la organización de la enseñanza tomara más tiempo: en las clases sincrónicas, el tiempo para organizar a los estudiantes fue mayor y, para los estudiantes a los que se les enviaba el material de trabajo impreso, se dedicó tiempo adicional para su organización y entrega.

## 7. Resultados

Los profesores entrevistados nos informaron sobre múltiples aspectos de su experiencia. En este apartado, recogemos y organizamos esa información en dos aspectos: las prácticas de planificación e implementación (diarios, agrupamientos, interacción, retroalimentación, ayudas, y materiales y recursos) y los retos y oportunidades que surgen de esta experiencia.

### 7.1. Prácticas curriculares

Los profesores diseñaron su planificación para las nuevas circunstancias. Esa planificación incluyó todos los elementos previstos en el modelo. Entre las prácticas curriculares que sufrieron modificaciones se encuentran el diario del estudiante y el diario del profesor. El diario del estudiante es un instrumento que le

permite al profesor recoger información sobre la percepción que los estudiantes tienen de las tareas propuestas y de su actuación al resolverlas. El diario del profesor es un instrumento con el que el profesor registra información sobre sus percepciones de lo sucedido durante la sesión de clase. En condiciones «normales», con motivo del análisis de actuación, se espera que estos instrumentos sean diligenciados como cierre de las sesiones.

Tres de los cuatro grupos aprovecharon la modalidad virtual de las clases para realizar una implementación compartida de la unidad didáctica: los dos miembros del grupo que no eran el profesor a cargo de la clase asistieron a las sesiones. Ellos participaron como observadores y como apoyo para la interacción con los estudiantes cuando ellos se organizaban en salas de la plataforma. En algunos casos, los roles que cada uno asumió dependieron de su conocimiento tecnológico. El profesor que conocía las herramientas explicaba su funcionamiento y apoyaba a los estudiantes en ese aspecto.

A continuación, describimos cómo los grupos de profesores implementaron su unidad didáctica en las nuevas circunstancias. Dado que se esperaba que los grupos implementaran el diseño que habían preparado, la información que proporcionamos se refiere tanto a ese diseño como a su implementación. Centramos la atención en los diarios del estudiante y el profesor, y en los siguientes elementos de las tareas de aprendizaje: agrupamientos, interacción, retroalimentación, ayudas, y materiales y recursos. Estos fueron los aspectos del diseño del programa en los que los grupos de profesores introdujeron adaptaciones a las técnicas curriculares.

A diferencia de lo que sucede en la modalidad presencial, los agrupamientos en la modalidad virtual requirieron que los grupos de profesores aprendieran a usar la funcionalidad de creación de salas en la plataforma. Tres grupos de profesores implementaron esta funcionalidad. En estos casos, los estudiantes se organizaron en parejas o grupos de tres estudiantes que debían resolver la tarea conjuntamente. Una vez los grupos de estudiantes resolvían la tarea, el grupo de clase se reunía de nuevo en la plataforma para la presentación y la discusión posterior.

Los grupos de profesores que realizaron la implementación compartida manifestaron varias dificultades relacionadas con la interacción con y entre los estudiantes. Estas dificultades fueron

generalizadas en todas sus clases, pero ellos las percibieron con más claridad en aquellas clases en las que implementaron su unidad didáctica. Todos pusieron de manifiesto una situación que no esperaban: los estudiantes no habían tenido la oportunidad de interactuar socialmente entre ellos durante el confinamiento. Al reunirse privadamente en pequeños grupos con el propósito de resolver las tareas, los estudiantes aprovecharon este espacio para conversar entre ellos sobre cuestiones no académicas. Para lograrlo, los estudiantes intentaban resolver la tarea rápidamente y así tener tiempo para compartir socialmente. Por otro lado, los profesores y observadores percibieron dificultades para interactuar con los grupos de estudiantes en las salas. Les fue difícil establecer cómo estaban abordando la tarea y qué dificultades estaban teniendo. Varios profesores manifestaron que percibían a los estudiantes muy callados y tímidos en estas circunstancias. Algunos estudiantes preferían comunicarse directa e individualmente con el profesor o el observador por medio del chat.

Los grupos implementaron varias estrategias para proporcionar retroalimentación a sus estudiantes. Para los estudiantes que podían asistir a las clases sincrónicas, los profesores proporcionaron retroalimentación a los grupos de estudiantes que estaban en las salas y al grupo de clase en la sala general. En ese caso, se basaron en la información que surgía de las salas de los grupos de estudiantes para, luego, abordarlas con todo el grupo de estudiantes.

Para los estudiantes que no podían asistir a las clases sincrónicas, pero que tenían acceso a sistemas como WhatsApp, algunos grupos de profesores produjeron vídeos con explicaciones y retroalimentación. Otros grupos de profesores incluyeron también los vídeos de la grabación de la clase sincrónica. Finalmente, los profesores tuvieron que incluir la retroalimentación en los documentos que enviaron a los estudiantes que no tenían acceso a dispositivos e Internet.

Todos los grupos de profesores manifestaron que la modalidad virtual no les permitía identificar con precisión las dificultades de los estudiantes al resolver las tareas. Como ya lo mencionamos, ellos implementaron las ayudas que consideraron relevantes tanto en los grupos de estudiantes dentro de las salas como en el grupo reunido en la sala general. No obstante, los

profesores percibieron que no podían proporcionar las ayudas individuales que hubiesen deseado implementar. Al tener que abordar dificultades individuales con la totalidad de los grupos de estudiantes, algunos profesores constataron que esas ayudas podían confundir a los estudiantes que no tenían la dificultad en cuestión y que podían inducir a algunos estudiantes a abordar la tarea con una estrategia específica, cuando la tarea promovía varias estrategias diferentes. Un grupo de profesores indicó que la implementación del tablero digital dentro de la plataforma fue una herramienta muy útil de cara a proporcionar las ayudas. Las grabaciones de las clases sincrónicas también fueron compartidas a los estudiantes como ayudas.

Uno de los elementos de una tarea son los materiales y recursos que los estudiantes pueden usar para resolverla. Los grupos de profesores seleccionaron materiales y recursos ejecutables para que los estudiantes los pudieran usar en la modalidad virtual. Ellos crearon presentaciones y vídeos, utilizaron simulaciones en línea, y reemplazaron algunos materiales manipulables con aplicaciones web. Openboard y SolidWorks fueron algunos programas utilizados por los grupos. También se generaron vídeos tutoriales de su autoría (p. ej.: <https://youtu.be/uSJwWjFxFPw>). Los profesores nos comunicaron que el uso de estos materiales y recursos contribuyó positivamente al desarrollo de las tareas.

Todos los grupos de profesores lograron implementar el diario del estudiante. Para ello, desarrollaron diferentes técnicas para la recolección de la información. En el caso de las clases sincrónicas, algunos recogieron la información tan pronto los estudiantes terminaban las tareas. En otros casos, y con motivo de las dificultades con el tiempo, los profesores solicitaron a los estudiantes que diligenciaran y entregaran el diario al comienzo de la siguiente sesión. Para acelerar el proceso y facilitar el análisis de la información, un grupo implementó una versión en línea del diario. En el caso de los estudiantes que no tenían conectividad, los diarios se recogieron junto con la solución de la tarea que los estudiantes hacían llegar a los profesores.

La recolección de la información para el diario del profesor generó dificultades para todos los grupos. Los profesores manifestaron que no previeron que, en la virtualidad, no les era posible saber en qué medida los estudiantes estaban aprendiendo y

cómo lo estaban haciendo. Los tres grupos que realizaron la implementación compartida resolvieron parcialmente esta dificultad con un esquema en el que los profesores invitados fueron observadores del trabajo de los grupos estudiantes dentro de las salas de la plataforma. De esta forma, ellos lograron interactuar con estos grupos y establecer, en alguna medida, cómo estaban resolviendo las tareas.

## 7.2. Oportunidades y retos

Solicitamos a los grupos de profesores que hicieran un balance de su experiencia al implementar su unidad didáctica en las circunstancias de confinamiento. Tres grupos manifestaron que, dado que no tenían experiencia con la modalidad virtual, ellos formularon expectativas de aprendizaje que resultaron demasiado ambiciosas para esa modalidad. No obstante, un profesor informó que sus estudiantes avanzaron más en su aprendizaje con la unidad didáctica que implementaron que lo que estudiantes de cursos anteriores habían logrado con el esquema tradicional de aprendizaje y enseñanza que él había usado en la presencialidad.

A lo largo de las cuatro entrevistas, hubo un comentario reiterado por parte de los grupos de profesores. Este comentario se concretó en expresiones como:

No sabemos a quién le estamos dictando clase.

No sabemos si están prestando atención.

No sabemos si están aprendiendo.

No podemos ver qué están haciendo y cómo lo están haciendo.

Esta incertidumbre sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes fue el aspecto que los profesores percibieron como más perjudicial de la modalidad virtual. Al no tener información sobre el proceso de resolución de la tarea y no poder percibir los gestos de sus estudiantes, los profesores no pudieron establecer con claridad sus dificultades y no pudieron ayudarlos a superarlas como lo previeron en el diseño de las tareas de aprendizaje (análisis de instrucción). Algunos profesores constataron que los estudiantes podían estar recibiendo ayuda (de sus padres, familiares o compañeros) y no podían saber, a partir de sus producciones, si ellos habían aprendido.

La situación anterior generó cierto grado de frustración en algunos de los profesores. Sintieron que no pudieron implementar su unidad didáctica como «la habían soñado», pero, sobre todo, se sintieron frustrados porque no pudieron ayudar a sus estudiantes como hubiesen deseado. En algunos casos, ellos percibieron que sus estudiantes tuvieron una actitud pasiva y poco participativa que no tenían en la presencialidad. También manifestaron frustración en relación con los estudiantes que no tenían ningún tipo de conectividad. Los profesores comentaron que esos estudiantes se sentían solos y discriminados, porque no tenían a quién preguntar y no tenían recursos para interactuar con su profesor y sus compañeros.

## 8. Discusión

Los cuatro grupos de profesores implementaron su unidad didáctica de acuerdo con el plan previsto en el programa. Ningún grupo decidió que, con motivo de las circunstancias, no implementaría alguno de los elementos previstos. Este fue un reto importante para ellos y lograron abordarlo y superarlo con éxito. En ese proceso, ellos diseñaron y adaptaron las técnicas curriculares a las nuevas circunstancias: diseñaron nuevos esquemas para recoger la información de los diarios del estudiante y el profesor; utilizaron las funcionalidades de las plataformas virtuales para agrupar a los estudiantes; buscaron nuevos esquemas para interactuar con ellos; percibieron dificultades para observar el proceso de desarrollo de las tareas y en las dinámicas de comunicación para saber cómo los estudiantes estaban aprendiendo y cómo ellos podían ayudarlos; y seleccionaron los materiales y recursos de sus tareas para que funcionaran en el entorno virtual.

Durante las entrevistas, los profesores mencionaron el impacto que la formación que habían recibido hasta ese momento en el programa tuvo a la hora de enfrentar la enseñanza en la modalidad virtual. En particular, recalcaron la importancia de realizar sistemática y detalladamente la planificación de sus clases. Ellos pudieron plasmar en el papel el paso a paso de lo que preveían para sus clases. En particular, destacaron la importancia de prever las dificultades y errores de los estudiantes, y de diseñar las

retroalimentaciones y ayudas correspondientes. También afirmaron que su formación les permitió diseñar e implementar nuevas estrategias para abordar los retos a los que se enfrentaban.

Como constatamos en otro estudio (Castro *et al.*, aceptado), las nuevas circunstancias acercaron a los profesores con sus directivos, colegas, padres de familia y estudiantes. Se dio una situación denominada «entre más lejos, más cerca». Finalmente, las nuevas circunstancias los llevaron a reflexionar sobre el aprendizaje y la enseñanza de maneras en las que no lo habían hecho con anterioridad.

De las reflexiones anteriores, concluimos que el confinamiento y la modalidad virtual en la que los profesores implementaron sus unidades didácticas tienen virtudes y generan dificultades. Entre las virtudes, constatamos que el confinamiento y la virtualidad permitieron que todos los profesores de un grupo participaran en la implementación de la unidad didáctica en el esquema que hemos denominado la *implementación compartida*. Otra virtud de las nuevas circunstancias fue el aprendizaje de las herramientas tecnológicas que los profesores tuvieron que realizar sobre la marcha. Por ejemplo, los profesores aprendieron a grabar las sesiones de clase, a organizar a los estudiantes en pequeños grupos y a usar herramientas tecnológicas como materiales y recursos. Nosotros consideramos que el hecho de que los estudiantes hayan recibido apoyo y ayuda de sus familiares y compañeros es una virtud de la modalidad virtual. En particular, esta situación llevó a los padres a involucrarse de manera más concreta en el aprendizaje de sus hijos. Con todo, esto es algo que sorprendió a los profesores y que no abordaron en el diseño e implementación de su unidad didáctica. Una profesora mencionó que «la tecnología no nos deshumanizó». Por el contrario, las circunstancias de confinamiento llevaron a los profesores a ser más conscientes de la dimensión afectiva de sus estudiantes, al reconocer explícitamente sus circunstancias y necesidades particulares. Ellos establecieron comunicaciones personalizadas más frecuentes con sus estudiantes en las que, con frecuencia, el tema de conversación no eran las matemáticas. Los profesores estuvieron más disponibles a escuchar y hablar que en la presencialidad.

A pesar de sus virtudes, las nuevas circunstancias presentan una dificultad particular que todos los grupos mencionaron y para la cual no encontraron una solución adecuada. Ellos reite-



raron que, en la modalidad virtual, no les fue posible acceder a información que les permitiera constatar en qué medida y de qué manera sus estudiantes estaban aprendiendo. Al recibir las producciones terminadas de los estudiantes, percibir que algunos de ellos podían estar recibiendo ayuda de otras personas, no poder observar el proceso de resolución de las tareas y no poder percibir los gestos de sus estudiantes cuando estaban trabajando, los profesores recibieron información parcial y no necesariamente objetiva sobre las dificultades y los errores de sus estudiantes. Esto les impidió implementar apropiadamente las ayudas que tenían previstas y retroalimentar el trabajo de sus estudiantes para ayudarlos a superar sus dificultades, de acuerdo con lo planificado en los análisis de instrucción y actuación.

Consideramos que los profesores salen fortalecidos de esta experiencia. Muchos de ellos lograron aprendizajes tecnológicos que no habrían logrado en circunstancias normales y que les permitieron enriquecer las tareas de aprendizaje en términos de los recursos que se pueden incluir para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Ellos consideran que estas circunstancias los sacaron de la rutina diaria y lograron abordar sus problemas en la práctica con nuevas estrategias y herramientas. Ellos se volvieron más reflexivos sobre su práctica y su relación con sus estudiantes, y lograron establecer nuevas formas de relacionarse con sus colegas. Hemos constatado resultados similares en un estudio de caso que realizamos con una profesora en la ruralidad (Castro *et al.*, aceptado) y en un estudio sobre la planificación de los profesores durante el confinamiento (Centro Latinoamericano de Investigación en Complejidad, 2020).

## 9. Conclusiones

El confinamiento producto de la pandemia de la covid-19 obligó a la mayoría de los profesores a apoyarse en la tecnología para ofrecer a sus estudiantes mejores oportunidades para aprender matemáticas. Esta situación logró algo que, en circunstancias normales, habría sido difícil: que los profesores aprendieran a usar la tecnología y reconocieran su papel en sus clases. El papel de la tecnología se expresó principalmente en dos aspectos: como medio para establecer la comunicación y la interacción

entre profesores y estudiantes, y como recurso didáctico. Todos los profesores que entrevistamos fueron exitosos al usar la tecnología para organizar sus sesiones virtuales de clase. La mayoría de ellos también lograron introducir recursos tecnológicos en sus tareas de aprendizaje, y lo hicieron de manera eficiente: no usaron la tecnología por usarla, sino que la usaron en la medida que vieron que tenía sentido para sus propósitos (Gómez *et al.*, 2018). Algunos mencionaron que, cuando se regrese a la «nueva normalidad», ellos piensan usar la tecnología con más frecuencia en sus clases. Desde la perspectiva de nuestro programa de formación, esta experiencia nos lleva a reflexionar sobre cómo, en el análisis de instrucción, debemos fortalecer las habilidades relacionadas con el uso de plataformas y otros medios de comunicación de los profesores en formación.

Las condiciones de confinamiento y, en particular, las posibilidades de comunicación con las que contaron los estudiantes inciden de manera importante en algunas de las visiones en las que se sustenta el modelo del análisis didáctico y que fundamentan el diseño del programa de formación. En particular, el modelo del análisis didáctico ve el aprendizaje de los estudiantes como un proceso en el que ellos interactúan y se comunican con otros estudiantes y con el profesor, negocian significados, llegan a acuerdos sobre la solución de la tarea, y comunican y justifican su solución. La información que nos proporcionaron los profesores entrevistados puso de manifiesto que este tipo de interacción entre el profesor y los estudiantes, y entre los estudiantes no se logró como se esperaba. En particular, ellos no pudieron implementar, como pretendían, todas las ayudas que diseñaron para los errores en los que ellos previeron que sus estudiantes podían incurrir al abordar las tareas que conforman su unidad didáctica. Por otro lado, para la implementación de su unidad didáctica, el diseño del programa de formación requiere que los grupos de profesores perciban y establezcan los procedimientos que los estudiantes ponen en juego para resolver las tareas e identifiquen los errores y las dificultades que ellos manifiestan al hacerlo. Se espera que los profesores reaccionen sobre la marcha a estos errores y dificultades con retroalimentación y ayudas que permitan a los estudiantes superar esas dificultades. Sin embargo, los profesores no pudieron establecer con precisión lo que sus estudiantes estaban haciendo y las dificultades

que estaban enfrentando, y no encontraron las formas para retroalimentar apropiadamente a los estudiantes con dificultades.

En la actualidad, MAD se ofrece en modalidad virtual. Consideramos que su diseño promueve el aprendizaje interdependiente: el diseño de las actividades y los esquemas de interacción entre los grupos y su tutor, el formador y el responsable de la cohorte favorecen la interacción entre los miembros del grupo de profesores y la construcción conjunta de su conocimiento matemático y didáctico (Pinzón y Gómez, 2020). Estos esquemas de interacción también permiten que los miembros del equipo académico puedan establecer las dificultades que los grupos enfrentan y proporcionar la retroalimentación necesaria para que ellos puedan superarlas. Pero que en MAD se hayan resuelto estas cuestiones no significa que tengamos la solución a estos problemas para los profesores que, en sus propios contextos, quieren promover el aprendizaje de sus estudiantes.

Este estudio nos genera preguntas con motivo de las nuevas circunstancias en las que la virtualidad y la tecnología juegan un nuevo papel: ¿debemos modificar nuestra visión del aprendizaje de los estudiantes?, ¿qué indicaciones y técnicas curriculares debemos introducir para que los profesores puedan diseñar tareas de aprendizaje que, en la virtualidad, promuevan el aprendizaje interdependiente entre sus estudiantes? y ¿cómo debemos modificar las técnicas curriculares y el diseño de las tareas de aprendizaje para que los profesores puedan establecer el proceso de aprendizaje de sus estudiantes y apoyarlos a superar sus dificultades? Nosotros tenemos el reto de responder estas preguntas e implementar las soluciones en el futuro próximo.

## 10. Agradecimientos

Agradecemos a Andrés Pinzón, por su colaboración en algunas discusiones y sus comentarios al documento, y a Leonel Amaya, Robinson Alfonso Arias, Esneider Yesith Benavides, Fredy Alexander Chaves, Miriam Elena Ladino, Zayra Yamile Malaver, Jesús Antonio Medellín, María Andrea Parada, María Fernanda Pérez, Nancy Hermelinda Rojas, Omar Libardo Santana y Sonia Liliana Sarmiento, estudiantes de MAD 8, por su colaboración en este estudio.

## 11. Referencias

- Cañadas, M. C., Gómez, P. y Pinzón, A. (2018). Análisis de contenido. En: Gómez, P. (ed.). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 53-112). Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11904>
- Castro, P., Gómez, P. y Mesa, V. (aceptado). Prácticas del profesor de matemáticas en la ruralidad durante el confinamiento. *Revista Colombiana de Educación*.
- Centro Latinoamericano de Investigación en Complejidad. (2020). *Desafíos educativos colombianos en tiempos de Covid-19. Una oportunidad para reflexionar y transformar nuestras propuestas pedagógicas*. <https://www.cliceducacion.com/investigacion-en-clic/>
- Gómez, P. (2006). Análisis didáctico en la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. En: Bolea, P., González, M. J. y Moreno, M. (eds.). *X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 15-35). Instituto de Estudios Aragoneses. <http://funes.uniandes.edu.co/1278>
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. <http://funes.uniandes.edu.co/444>
- Gómez, P. (2014). Análisis didáctico en la práctica de la formación permanente de profesores de matemáticas de secundaria. En: Gómez, P. (ed.). *Diseño, implementación y evaluación de unidades didácticas de matemáticas en MAD 1* (vol. 1, pp. 1-23). Uniandes.
- Gómez, P. (ed.). (2018). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares*. Universidad de los Andes.
- Gómez, P. y González, M. J. (2013). Diseño de planes de formación de profesores de matemáticas basados en el análisis didáctico. En: Rico, L., Lupiañez, J. L. y Molina, M. (eds.). *Análisis didáctico en Educación Matemática. Formación de profesores, innovación curricular y metodología de investigación* (pp. 121-139). Comares. <http://tinyurl.com/pq5yn9n>
- Gómez, P., Mora, M. F. y Velasco, C. (2018). Análisis de instrucción. En: Gómez, P. (ed.). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 197-268). Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11906>
- Gómez, P. y Romero, I. (2015). Enseñar las matemáticas escolares En: Flores, P. y Rico, L. (eds.). *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación primaria* (pp. 61-88). Pirámide.

- González, M. J. y Gómez, P. (2014). Conceptualizing and describing teachers' learning of pedagogical concepts. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(12), 13-30. <http://funes.uniandes.edu.co/6175>
- González, M. J. y Gómez, P. (2018). Análisis cognitivo. En: Gómez, P. (ed.). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 113-196). Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11905>
- Marín, A. y Gómez, P. (2018). Análisis de datos. En: Gómez, P. (ed.). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 303-369). Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11908>
- Pinzón, A. y Gómez, P. (2020). A collaboration model for the training of in-service secondary mathematics teachers. En: Borko, H. y Potari, D. (eds.). *ICMI Study 25. Teachers of mathematics working and learning in collaborative groups* (pp. 396-403). National and Kapodistrian University of Athens.
- Rico, L. (1997). *Bases teóricas del currículo de matemáticas en educación secundaria*. Síntesis.
- Rico, L. y Lupiáñez, J. L. (2008). *Competencias matemáticas desde una perspectiva curricular*. Alianza.
- Rico, L., Marín, A., Lupiáñez, J. L. y Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas escolares en secundaria. El caso de los números naturales. *Suma*, 58, 7-23. <https://revistasuma.es/IMG/pdf/58/007-023.pdf>.
- Romero, I. y Gómez, P. (2018). Análisis de actuación. En: Gómez, P. (ed.). *Formación de profesores de matemáticas y práctica de aula: conceptos y técnicas curriculares* (pp. 269-301). Universidad de los Andes. <http://funes.uniandes.edu.co/11907>
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145. DOI: 10.2307/749205