



Estudio de Clases en la formación de docentes de Matemáticas: Aprendizajes de una experiencia práctica e investigativa

Omar Hernández Rodríguez

Facultad de Educación, Universidad de Puerto Rico

Puerto Rico

omar.hernandez@upr.edu

Resumen

El Estudio de Clases (Lesson Study) es una metodología de desarrollo profesional de maestros de origen asiático que, por sus resultados promisorios, ha comenzado a incorporarse en la formación de maestros. Comparto los aprendizajes obtenidos al participar en un proyecto de investigación centrado en la implantación del Estudio de Clases en la formación de maestros de Matemática a nivel secundario en Puerto Rico. Abordo el contexto institucional, la integración del Estudio de Clases en un curso universitario y su implantación en el centro de práctica. Destacaré aprendizajes en cuanto al uso de la tecnología, la secuencia curricular y los cambios en los roles de los profesores y los supervisores de práctica (docentes cooperadores). En cuanto a los procesos investigativos, describiré la forma en que utilizamos la Teoría Histórico Cultural de la Actividad de Engeström y el Enfoque Documental de la Didáctica de Gueudet, Trouche y colaboradores.

Palabras clave: Estudio de Clases, Lesson Study, Formación de docentes, Métodos de investigación

Introducción

La formación de docentes de Matemáticas es un proceso complejo que requiere integrar conocimientos matemáticos profundos con habilidades pedagógicas específicas para la enseñanza. Existe consenso entre investigadores y especialistas en educación sobre la importancia de la práctica como un componente esencial en la formación docente (Ball et al., 2005; Shulman, 1986). No basta con que los futuros maestros conozcan los conceptos matemáticos; también deben desarrollar la capacidad de enseñar de manera efectiva, adaptando

su enseñanza a las necesidades y contextos particulares de sus estudiantes. Por ello, vincular la teoría con la práctica es un desafío permanente, y es vital que los docentes en formación tengan oportunidades para reflexionar sobre sus propias experiencias, analizar sus decisiones pedagógicas y ajustarlas a partir de evidencias en el aula (García Cabrero et al., 2008).

Diversas investigaciones resaltan que la formación docente debe incorporar experiencias auténticas que permitan a los futuros maestros confrontar situaciones reales y desarrollar su capacidad de análisis y reflexión (Grossman et al., 2009). Estas experiencias incluyen la elaboración de planes de clase, la práctica supervisada en escuelas, el análisis de videos de clases y la reflexión guiada sobre estas actividades (Aghakhani et al., 2023). En este sentido, la práctica supervisada es un espacio privilegiado donde se concreta el vínculo entre la teoría aprendida en los cursos metodológicos y la experiencia directa con estudiantes.

En Puerto Rico, los programas de formación de docentes enfrentan retos particulares que dificultan la efectiva integración de teoría y práctica. Uno de estos retos es la persistencia del “aprendizaje por observación” descrito por Lortie (1975), donde los futuros docentes tienden a replicar las prácticas tradicionales que experimentaron como estudiantes, muchas veces sin cuestionar ni analizar críticamente esas estrategias. Además, aunque las prácticas clínicas supervisadas por maestros cooperadores son esenciales para el desarrollo profesional, frecuentemente están desalineadas con los cursos de metodología ofrecidos en las universidades, lo que genera tensiones para los estudiantes que reciben mensajes contradictorios sobre cómo enseñar. Zeichner y Tabachnick (1981) señalaron que los docentes en formación suelen considerar sus experiencias clínicas como más válidas y relevantes que los conocimientos transmitidos en los cursos de métodos, lo cual puede limitar la integración de conocimientos teóricos más actuales o fundamentados.

Por otra parte, estas prácticas clínicas suelen programarse en etapas tardías del currículo, limitando el tiempo para que los futuros docentes reflexionen sobre sus experiencias y realicen conexiones significativas entre la teoría y la práctica. Esta falta de articulación puede resultar en prácticas docentes poco innovadoras o desconectadas de los avances en pedagogía matemática.

Para atender estas problemáticas y mejorar la formación de docentes de Matemáticas en Puerto Rico, entre los años 2018 y 2022 un equipo de profesores de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras (UPRRP), y la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign desarrolló un proyecto colaborativo financiado por la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés). Este proyecto buscó cerrar la brecha entre los cursos de metodología y las prácticas clínicas mediante el desarrollo del conocimiento tecnológico, pedagógico y de contenido (TPACK) de los futuros docentes de Matemáticas de nivel secundario.

El proyecto, titulado *Developing Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-Service Math Teachers by Enhancement of a Methods Course Using Instrumental Orchestration and Lesson Study Strategies* [Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico de los docentes de Matemáticas en formación mediante la mejora del curso de metodología utilizando la orquestación instrumental y el Estudio de Clases] tuvo como objetivo principal fortalecer las competencias de los futuros maestros para integrar tecnología y pedagogía en su enseñanza de las Matemáticas. Se enfocó en promover el uso de tecnologías interactivas que permitieran a los

estudiantes expresar sus ideas matemáticas mediante múltiples formas de representación, facilitando la comunicación, la argumentación y la reflexión en el aula.

Para lograrlo, se empleó la plataforma Desmos Activity Builder (Desmos), una herramienta gratuita y de código abierto que permite a los profesores crear actividades matemáticas interactivas, con funcionalidades similares a las calculadoras graficadoras y a los programas de geometría dinámica, además de ofrecer capacidades para monitorear el progreso estudiantil en tiempo real y facilitar la retroalimentación y la discusión.

La implementación del proyecto contempló tres actividades fundamentales: Primero, se rediseñó el curso *EDPE 4030 - Manipulativos y tecnología en matemáticas secundarias*, un curso obligatorio para los futuros docentes en su tercer año de formación. El rediseño incorporó los principios de la descomposición de la práctica (Grossman et al., 2009), estrategias del Estudio de Clases (Lewis y Hurd, 2011), la orquestación instrumental (Trouche, 2004), la proficiencia matemática (Kilpatrick et al., 2001), y el uso de la tecnología de interconectividad a través de Desmos. Además, se integraron experiencias de campo que permitieron a los estudiantes pudieran poner en práctica sus aprendizajes, enseñar una lección, reflexionar sobre su práctica y volver a impartir la lección a otro grupo de estudiantes. Segundo, se creó un espacio híbrido de colaboración (Zeichner, 2010), donde futuros docentes, maestros cooperadores, investigadores y asistentes de investigación compartieron conocimientos y experiencias, fomentando la construcción colectiva de saberes que enriquecieran la práctica de la Educación Matemática. Tercero, se integró el Estudio de Clases (Lesson Study) como una estrategia central para fomentar el trabajo colaborativo entre maestros cooperadores y futuros docentes. En este enfoque, grupos de docentes con intereses comunes se reúnen para analizar el currículo, los contenidos y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes, con el fin de diseñar, enseñar y mejorar una lección denominada lección de investigación. La enseñanza se centra en observar el aprendizaje de los estudiantes más que en evaluar al maestro, promoviendo la reflexión y la mejora continua de la práctica (Selezniov, 2019).

El proyecto inició formalmente en 2019 tras la aprobación de la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF, por sus iniciales en inglés)¹ y fue adjudicado a la Dra. Gloriana González de la Universidad de Illinois y a los Dres. Wanda Villafañe Cepeda y Omar Hernández Rodríguez de la Universidad de Puerto Rico. Durante la etapa preparatoria se rediseñó el curso, se elaboraron los instrumentos para la recolección de datos, se organizaron talleres para maestros cooperadores y las asistentes de investigación, y se estableció el espacio híbrido de colaboración. Los talleres abordaron temas como la aproximación a la práctica docente, el Estudio de Clases, la proficiencia matemática, la orquestación instrumental y el uso de Desmos.

La implementación del curso rediseñado se realizó en los semestres de 2020 y 2021, con sesiones de Estudio de Clases donde equipos conformados por maestros cooperadores y futuros docentes diseñaron, desarrollaron y enseñaron lecciones dirigidas a estudiantes de séptimo a noveno grado. Cada maestro cooperador lideraba un equipo que enseñaba la misma lección a varios grupos, permitiendo la revisión y mejora continua. Durante esta etapa, se recopilaron

¹ Las ideas presentadas en este artículo son propias del autor y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la NSF o la UPRRP.

grabaciones de video de las clases, talleres y sesiones de Estudio de Clases para su posterior análisis.

El proyecto enfrentó el desafío adicional de la pandemia COVID-19 en 2020, que obligó a pasar a la educación a distancia. Gracias a la infraestructura tecnológica creada, fue posible adaptar la enseñanza y continuar con las actividades planificadas. Al reanudarse la modalidad presencial en 2021, se mantuvieron muchas de las herramientas desarrolladas para la educación remota.

Los resultados del proyecto han sido presentados en congresos y publicados en revistas académicas, abordando diversas preguntas de investigación relacionadas con la documentación en Estudio de Clases, la participación y liderazgo de maestros cooperadores, y el desarrollo profesional de los futuros docentes (González et al., 2023, 2024; Hernández-Rodríguez et al., 2021a,b, 2023).

Aprendizajes

Hacer una lista de aprendizajes es una tarea compleja. En primer lugar, porque cada uno ha sido esencial en su momento; en segundo, porque no siempre se les reconoció plenamente cuando ocurrieron. A pesar de esto, quisiera destacar la relevancia de armonizar las culturas institucionales de las entidades participantes en el proyecto: la UPRRP, la Universidad de Illinois, la Facultad de Educación y la Escuela Laboratorio. Incluso organizaciones externas, como casas editoras de libros de texto y proveedores de tecnología e internet, influyeron en la implementación del proyecto.

En cuanto a la operacionalización, cada clase y cada equipo de Estudio de Clases desarrolló su propia dinámica e identidad. A continuación, presento algunos aprendizajes clave relacionados con el uso de la tecnología, el Estudio de Clases, la Teoría Histórico-Cultural de la Actividad de Engeström y el Enfoque Documental de lo Didáctico de Gueudet, Trouche y colaboradores.

Uso de la tecnología

Al comenzar la segunda fase del proyecto, indagamos las creencias y conocimientos tecnológicos de los futuros docentes matriculados en el curso *EDPE 4030*. Nuestro objetivo era conocer sus experiencias previas con herramientas digitales aplicadas a la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, así como su percepción sobre su valor en su formación profesional (Choque-Dextre et al., 2020).

Los participantes eran jóvenes entre 20 y 24 años. Un 45 % provenía de escuelas privadas y un 55 % de escuelas públicas. La mayoría (82 %) había comenzado sus estudios en la Facultad de Educación, mientras que el resto (18 %) provenía de la Facultad de Administración de Empresas. Su tiempo de permanencia en la universidad oscilaba entre tres y seis años.

La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario en línea y entrevistas individuales. Aunque todos los participantes pertenecen a una generación que ha crecido en

plena era digital, los datos mostraron que, en sus experiencias escolares, no habían utilizado tecnología de forma significativa para aprender Matemáticas. En la mayoría de los casos, la herramienta más común en el aula fue la calculadora básica, usada principalmente para operaciones aritméticas. Este hallazgo coincide con las observaciones de Sacristán (2017), quien señala que el uso de tecnología en el aula de Matemáticas, cuando ocurre, suele limitarse a reforzar métodos tradicionales, como verificar respuestas obtenidas con lápiz y papel. En la universidad, los participantes comenzaron a usar calculadoras graficadoras, incluidas versiones digitales disponibles en línea. Sin embargo, el uso de programas de geometría dinámica o herramientas estadísticas fue escaso.

Los futuros docentes también reportaron un uso frecuente de herramientas digitales de propósito general, como procesadores de texto, correo electrónico, software de presentaciones, almacenamiento en la nube y, en menor medida, hojas de cálculo. La mayoría indicó haber aprendido a utilizarlas de manera autodidacta, sin reconocer la intervención institucional en el desarrollo de sus competencias tecnológicas.

En cuanto a sus creencias, los participantes asociaban la tecnología principalmente con un valor motivacional: mejorar la calidad de la enseñanza, fomentar la participación estudiantil, promover el trabajo colaborativo y facilitar la planificación. No obstante, durante las entrevistas no surgieron ejemplos concretos vinculados al marco TPACK. Tal como señalan Kartal y Çinar (2018), estos futuros docentes mostraban escaso conocimiento sobre cómo utilizar la tecnología para profundizar la comprensión matemática, diseñar materiales didácticos innovadores o aplicar estrategias centradas en representaciones múltiples del conocimiento matemático.

Pese a ello, al igual que en los hallazgos de Redmond y Lock (2019), los participantes manifestaron una actitud positiva hacia el aprendizaje de nuevas herramientas tecnológicas y su posible integración en el aula. Sin embargo, su discurso revelaba una visión más técnica que reflexiva del rol docente, concebido como la acumulación progresiva de herramientas y consejos prácticos, sin una valoración explícita del sustento teórico que orientara su uso pedagógico.

Estudio de Clases

Aunque varios autores indican que el Estudio de Clases es de origen japonés (Bieda et al., 2015; Murata, 2011; Stigler y Hiebert, 1999), los investigadores chinos también reclaman su autoría. Por ejemplo, Huang et al. (2017) indican que el Estudio de Clases se ha aplicado en China por más de 100 años. En occidente, Stigler y Hiebert popularizaron el Estudio de Clases en su libro *The teaching gap* de 1999. Los autores compararon los sistemas educativos de Alemania, Japón y Estados Unidos motivados por los resultados del Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS por sus iniciales en inglés). Stigler y Hiebert presentaron al Estudio de Clases como una herramienta poderosa de diseño centrada en el aprendizaje estudiantil y en el desarrollo profesional docente continuo.

Las ideas de Stigler y Hiebert tuvieron repercusión global. En Estados Unidos, Schoenfeld (2006) pensaba que el Estudio de Clases se podía convertir en una tendencia. En Latinoamérica el Estudio de Clases fue popularizado en Chile gracias a un proyecto de colaboración entre la

Sociedad Japonesa de Educación Matemática y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso que en 2007 publicó un libro sobre el Estudio de Clases (Isoda et al., 2007).

El Estudio de Clases implica cinco actividades fundamentales que permiten focalizar la atención en el aprendizaje estudiantil y optimizar las oportunidades educativas: (1) el examen de los materiales curriculares para determinar los objetivos de aprendizaje de los estudiantes (Watanabe et al., 2008), (2) la planificación de la lección de investigación, (3) la enseñanza de la lección de investigación por un miembro del equipo mientras otros realizan observaciones en vivo, (4) la reflexión sobre la lección, (5) la revisión y volver a enseñar la lección a un nuevo grupo de estudiantes (Fernández, 2002; Lewis y Hurd, 2011; Lewis et al., 2006).

La metodología ha adoptado matices propios en cada contexto cultural donde ha sido implementada. Huang et al. (2017) destacan dos diferencias clave entre la versión china y la japonesa. En China, el objetivo se orienta a perfeccionar estrategias específicas de enseñanza, mientras que en Japón se enfatiza el desarrollo del pensamiento matemático a largo plazo. Además, en China, un experto acompaña al equipo durante todo el proceso con protocolos definidos para la reflexión, mientras que en Japón su presencia no es constante.

En nuestro caso, concebimos los equipos para el Estudio de Clases conformados con docentes en formación y el docente cooperador. Nos preocupaba que el rol del docente cooperador desequilibrara la naturaleza colaborativa del Estudio de Clases, sin embargo, con su conocimiento y experiencia como supervisores de práctica lograron desarrollar un ambiente en donde los futuros docentes se percibían como colegas desarrollando un sentido de pertenencia a la profesión (González et al., 2024).

Teoría Histórico Cultural de la Actividad de Engeström

La teoría de la actividad histórico-cultural (*Cultural-Historical Activity Theory*, CHAT, por sus siglas en inglés) es un marco teórico que permite conceptualizar y analizar las relaciones entre la cognición y la actividad. Sus orígenes se remontan a los trabajos de Vygotsky y Leontiev. Más recientemente, Engeström (1987) adaptó la teoría del nivel individual al colectivo, promoviendo un modelo sistémico de la actividad aplicable a entornos colaborativos. A Engeström se le reconoce la representación de la teoría de la actividad mediante un conjunto de triángulos (Figura 1) que simbolizan las nociones básicas de la acción individual (sujeto–objeto–instrumento) junto con aquellas que surgen de la interacción social (comunidad–reglas sociales–división del trabajo). Al hacerlo, plantea un sistema de subsistemas triangulares que busca explicar la producción, distribución, intercambio y consumo de conocimiento (Engeström, 1987).

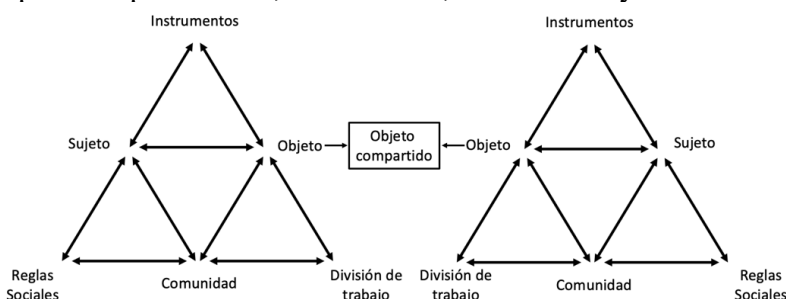


Figura 1. Teoría Histórico Cultural de la Actividad de Engeström.

En la Figura 1 visualizan dos sistemas de triángulos que representan la actividad de dos comunidades que trabajan para lograr el mismo objeto (objetivo). Cada sistema de triángulos (el de la izquierda o el de la derecha)² representa un equipo de trabajo que interactúa para lograr su propósito y simboliza la actividad colectiva. En la parte superior de cada sistema se representa la actividad individual. La contribución de Engeström consiste en desplazar el foco del análisis de la actividad personal (triángulos superiores) o comunitaria (sistema de triángulos) hacia el análisis de varios sistemas que construyen un objeto común.

Utilizamos CHAT para analizar dos situaciones: la planificación de la lección de investigación (Villafañe-Cepeda et al., 2022) y el rol de los docentes cooperadores como líderes de los equipos de Estudio de Clases (González et al., 2024). Escogimos esta estrategia porque su versatilidad permite describir el contexto y comprender la complejidad de las interacciones entre sujetos, objetos e instrumentos involucrados en una actividad que se transforma con el tiempo.

En el caso de la planificación de la lección, fue posible detallar la conformación de los equipos de trabajo del Estudio de Clases, las reglas que establecieron para desarrollar la lección, los artefactos utilizados —tanto tecnológicos como aquellos requeridos en el curso EDPE 4030— que guiaron el diseño de la lección de investigación (Villafañe-Cepeda et al., 2022). Algunos de los artefactos empleados fueron el programa del curso, el libro de texto en línea y materiales curriculares complementarios (principalmente los estándares de Matemáticas). Otros artefactos fueron creados por los miembros de cada equipo utilizando Desmos y tenían el formato de presentaciones con tareas matemáticas interactivas. Los futuros docentes tenían acceso remoto a las diapositivas y podían realizar modificaciones con base en las recomendaciones de sus colegas o del docente cooperador durante las reuniones de planificación. Esta posibilidad de editar documentos virtualmente facilitó la planificación colaborativa y preparó a los futuros docentes para impartir clases en modalidad virtual.

También utilizamos CHAT para identificar cuatro roles que desempeñaron los docentes cooperadores al liderar los equipos de Estudio de Clases: facilitador, experto, miembro del equipo y brindador de apoyo (González et al., 2024). En su rol de facilitadores, apoyaban al equipo en el logro de los objetivos mediante el establecimiento de normas de colaboración, la discusión de los protocolos establecidos en el curso EDUC 4030, la promoción del intercambio de ideas y la formulación de escenarios hipotéticos sobre la ejecución de la lección de investigación, con el fin de anticipar soluciones. Como expertos, compartían sus conocimientos sobre los estándares y solicitaban a los futuros maestros que incorporaran actividades donde los estudiantes explicaran su razonamiento, representaran ideas matemáticas de diversas formas y exploraran múltiples estrategias para resolver problemas. En calidad de miembros del equipo, los docentes cooperadores mostraban vulnerabilidad, como cuando admitían no saber realizar ciertas tareas en Desmos, o asumían funciones que podían haber delegado, como redactar las actas de las reuniones. Finalmente, en su rol de brindadores de apoyo, identificaban y resaltaban las fortalezas de los futuros docentes y ofrecían recomendaciones para mejorar, transmitiendo entusiasmo y ofreciendo apoyo emocional.

² El sistema de triángulos de la derecha está reflejado con respecto al eje vertical por aspectos estéticos.

El uso de CHAT nos permitió describir la complejidad que implica introducir el Estudio de Clases en un programa de formación de docentes de Matemáticas. Esta complejidad puede superarse mediante una coordinación cuidadosa entre los formadores universitarios y los docentes cooperadores. Esto fue posible gracias a la realización de talleres de preparación con todos los miembros del equipo, así como a actividades que fortalecieron los lazos profesionales entre las facultades de educación y los centros de práctica. Un ejemplo notable fue un Estudio de Clases realizado de manera colaborativa entre investigadores, asistentes de investigación y docentes cooperadores para diseñar una lección sobre inecuaciones lineales en dos variables.

Enfoque documental de lo didáctico

A continuación, describo los aprendizajes obtenidos en una investigación en la que utilizamos el Enfoque Documental de la Didáctica (EDD) de Gueudet y Trouche (2009) para analizar cómo un equipo de Estudio de Clases empleó los recursos disponibles. Este enfoque considera tanto los recursos como los documentos que los docentes utilizan, y cómo estos recursos son transformados y empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según este marco teórico, existe una diferencia entre *recursos* y *documentos*: un recurso es un elemento material o virtual disponible para la enseñanza, mientras que un documento es el resultado de la interacción entre los recursos y su esquema de uso; es decir, el conjunto de regularidades que emergen en la actividad del docente al implementar dichos recursos en distintos contextos. Los recursos se convierten en documentos a partir de los cambios introducidos por el profesorado (Trouche et al., 2020). Este enfoque nos permitió describir cómo los docentes seleccionaron y utilizaron los recursos durante el proceso de planificación.

El análisis del proceso de construcción documental por parte de los docentes considera los componentes material, didáctico y matemático, así como las conexiones entre ellos. El componente material se refiere a los recursos disponibles para la planificación docente, tales como los estándares, el marco curricular, los libros de texto, los libros de consulta, los cuadernos de los estudiantes, los materiales manipulativos, los programas informáticos y los sitios web. El componente didáctico alude a las estrategias pedagógicas y a las justificaciones que las respaldan en relación con los objetivos de aprendizaje de los estudiantes. El componente matemático abarca las ideas matemáticas de la lección, incluidas las nociones, las tareas y los procedimientos (Gueudet y Trouche, 2009).

Para este estudio (Hernández-Rodríguez et al., 2021a), analizamos un equipo de Estudio de Clases conformado por un docente cooperador y cuatro docentes en formación. El equipo sostuvo una reunión inicial en la que el docente cooperador comunicó que el tema a tratar sería *sistemas de ecuaciones lineales*, en el marco de un curso de Álgebra I dirigido principalmente a estudiantes de octavo grado. Posteriormente, el equipo llevó a cabo otras dos reuniones para discutir ideas relacionadas con la lección de investigación. El análisis se centró en la cuarta reunión, en la cual el docente cooperador revisó un borrador de la lección preparado por los docentes en formación. Dada la dificultad para organizar una reunión presencial, esta se realizó de forma virtual y tuvo una duración de 1 hora y 36 minutos. Los docentes en formación elaboraron una presentación de diapositivas en Desmos y, durante la reunión, presentaron la lección al docente cooperador.

La sesión fue grabada en video utilizando Microsoft Teams. Contamos con acceso a las grabaciones de audio y video de las interacciones entre los miembros del equipo. Además, el video mostraba las diapositivas en Desmos y el libro de texto digital (Larson et al., 2012). La grabación reveló cómo los integrantes del equipo editaban activamente las diapositivas y consultaban el libro de texto.

El análisis comenzó con la elaboración de una línea de tiempo para segmentar el video según los cambios en la estructura de la actividad (Herbst et al., 2011). Dividimos la grabación en 26 intervalos con una duración promedio de aproximadamente cuatro minutos cada uno. En una segunda revisión, nos enfocamos en identificar los componentes (material, didáctico o matemático) que sustentaban el proceso de documentación, de acuerdo con el marco de Guedet y Trouche (2009).

Para registrar nuestras observaciones, diseñamos una tabla dividida en tres secciones que describen los componentes presentes en cada intervalo: En la primera, documentamos el componente material mediante cuatro columnas: descripción breve del recurso (por ejemplo, libro de texto, función de Desmos u otro recurso mencionado), forma de uso, propósito del uso y observaciones del docente cooperador. En la segunda, registramos los componentes didácticos mediante dos columnas: movimientos pedagógicos y descripción de su implementación. En la tercera, se detalló el componente matemático, organizado en tres columnas: tipo de componente (concepto o procedimiento), descripción breve y forma de representación.

Cada investigador observó el video de manera independiente y elaboró listas con los componentes empleados en cada intervalo, así como su uso por parte del docente cooperador y de los docentes en formación. También realizamos anotaciones detalladas sobre cómo se utilizaron los distintos componentes en el diseño de la lección de investigación. Prestamos especial atención a los comentarios y ediciones del docente cooperador, registrando sus intervenciones en una columna separada con el objetivo de explicitar el proceso de documentación durante la planificación.

La siguiente fase del análisis consistió en identificar las conexiones entre los diversos componentes para establecer el esquema de uso. A partir de la tabla generada, analizamos si las discusiones del equipo incluían conexiones explícitas entre los componentes materiales, didácticos y matemáticos. Elaboramos una representación visual con nodos para cada componente específico y enlaces que reflejan las conexiones detectadas. Esta visualización nos permitió examinar el proceso de documentación en función del uso intencionado de los diversos componentes durante la planificación de la lección.

Entre los hallazgos más destacados, observamos que la reunión virtual se desarrolló de forma similar a una presencial. Los miembros del equipo tenían acceso a los mismos materiales y podían visualizar el trabajo de sus compañeros mediante el uso compartido de pantalla. Se evidenció un alto grado de colaboración, ya que todos los integrantes participaron activamente. Además, la plataforma Desmos permitió la edición simultánea de la lección. Se observó cómo los docentes en formación ofrecían apoyo a compañeros con dificultades técnicas o conceptuales.

También encontramos que el docente cooperador estableció un esquema de uso claro para los materiales. Los docentes en formación llevaron al encuentro un documento en Desmos con 14 tareas interactivas. El docente cooperador revisó cada una de ellas y ofreció recomendaciones para la mayoría. Estas sugerencias buscaban enriquecer las tareas mediante la incorporación de funcionalidades adicionales de Desmos. Asimismo, destacó el valor didáctico de ciertas herramientas y pidió a los docentes en formación que añadieran instrucciones orientadas a promover la expresión del pensamiento matemático del estudiante. En general, el docente cooperador siguió un conjunto consistente de acciones: tomó decisiones pedagógicas, las fundamentó con argumentos teóricos y aprovechó las funciones específicas de Desmos para potenciar el diseño de la lección de investigación.

Conclusiones

El proceso de implantación del Estudio de Clases en el contexto de un programa de formación de docentes de Matemáticas nos permitió identificar aprendizajes significativos sobre las condiciones necesarias para generar experiencias colaborativas auténticas, centradas en la planificación, la reflexión y la mejora continua de la enseñanza.

Uno de los principales hallazgos es la necesidad de armonizar las culturas institucionales implicadas en el proyecto. La colaboración entre universidades, escuelas y otros actores externos requiere una visión compartida y una comunicación fluida que permita la construcción conjunta de objetivos y prácticas. Esta articulación institucional fue clave para generar espacios de formación profesional donde los docentes en formación pudieran actuar como miembros activos de una comunidad de práctica.

El análisis del uso de la tecnología reveló una actitud positiva por parte de los futuros docentes hacia la integración de herramientas digitales. Sin embargo, sus concepciones del uso tecnológico se centraban en aspectos motivacionales más que en una comprensión profunda de su potencial didáctico. Esto pone de relieve la importancia de formar a los docentes no solo en el dominio técnico, sino también en el conocimiento pedagógico del contenido mediado por la tecnología (TPACK), para que puedan diseñar experiencias de aprendizaje matemático más ricas y significativas.

La incorporación del Estudio de Clases como estrategia de desarrollo profesional demostró ser una herramienta poderosa para centrar la atención en el aprendizaje del estudiante y promover la colaboración entre docentes en formación y docentes cooperadores. A pesar de las diferencias culturales en su implementación, la experiencia mostró que es posible adaptar el modelo manteniendo su esencia reflexiva y participativa. Fue particularmente valiosa la figura del docente cooperador como líder del equipo, quien supo equilibrar su rol de experto con una participación horizontal que fomentó el sentido de pertenencia y profesionalismo en los docentes en formación.

El uso de la Teoría Histórico-Cultural de la Actividad (CHAT) permitió comprender la complejidad de las interacciones que se producen en estos contextos formativos. Esta teoría ofreció una lente para analizar cómo se configuran los sistemas de actividad y cómo las tensiones o contradicciones internas pueden ser motor de cambio y aprendizaje. Al aplicar CHAT,

pudimos evidenciar que la planificación colaborativa no se limita a un intercambio de ideas, sino que es una actividad situada, influida por normas, herramientas, reglas, y roles que requieren una coordinación cuidadosa.

Por su parte, el Enfoque Documental de lo Didáctico (EDD) facilitó el análisis detallado de cómo los docentes en formación y el docente cooperador seleccionan, transforman y articulan diversos recursos para dar lugar a documentos que guían la enseñanza. Este enfoque hizo visible la construcción de esquemas de uso en los que confluyen componentes materiales, didácticos y matemáticos, así como las conexiones intencionales que los docentes establecen entre ellos. La documentación se reveló como un proceso activo, profundamente influido por las interacciones dentro del equipo y por las decisiones pedagógicas que se toman durante la planificación.

En conjunto, estos aprendizajes apuntan a la necesidad de fortalecer los programas de formación docente no como una acumulación de herramientas didácticas, sino como un proceso situado, reflexivo y teóricamente fundamentado. Los programas deben ofrecer oportunidades para que los futuros docentes vivan experiencias auténticas de colaboración, planificación y análisis de la práctica. La integración de marcos teóricos robustos, así como el uso significativo de la tecnología, permiten enriquecer estas experiencias y promover una comprensión más profunda del rol docente en la enseñanza de las Matemáticas.

Referencias y bibliografía

- Aghakhani, S., Lewitzky, R. A. y Majeed, A. (2023). Developing reflective practice among teachers of mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 18(4), em0755. <https://doi.org/10.29333/iejme/13715>
- Ball, D. L., Hill, H. C. y Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide?. *American Educator*, 29(3), 14-46.
- Bieda, K. N., Cavanna, J., Ji, X. (2015, Sept). Mentor-guided lesson study as a tool to support learning in field experiences. *Mathematics Teacher Educator*, 4(1), 20 – 31.
- Choque-Dextre, Y., Moreno-Concepción, J., Hernández-Rodríguez, O., Villafaña-Cepeda, W. y González, G. (2020). Technological knowledge of mathematics pre-service teachers at the beginning of their methodology courses. In A. I. Sacristán, J. C. Cortés-Zavala, & P. M. Ruiz-Arias, (Eds.), *Proceedings of the 42nd annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 892-894). Mazatlán, Sinaloa, México: Cinvestav. <https://doi.org/10.51272/pmna.42.2020>
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity - theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit.
- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese approaches to professional development: The case of Lesson Study. *Journal of Teacher Education*, 53(5), 393-405.
- García Cabrero, B., Loredó Enríquez, J. y Carranza Peña, G. (2008). Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, pp. 1-15. <https://www.redalyc.org/pdf/155/15511127006.pdf>.
- González, G., Villafaña-Cepeda, W. y Hernández-Rodríguez, O. (2023). Leveraging prospective teachers' knowledge through Lesson Study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 26, 79-102. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09521-4>
- González, G., Hernández-Rodríguez, O. y Villafaña-Cepeda, W. (2024). Mentor teachers' four intertwined roles when leading lesson study with mathematics preservice teachers. In S. Dotger, G. Matney, J. Heckathorn, K. Chandler-Olcott, & M. Fox. (Eds.). *Lesson Study with mathematics and science preservice teacher: Finding the form*. (pp. 34-45). Routledge.
- Grossman, P., Compton, C., Igra, D., Ronfeldt, E. Shahan, E. y Williamson, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111(9), 2055 – 2100.

- Gueudet, G. y Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for mathematics teachers?, *Educational Studies in Mathematics*, (71)3, 199-218.
- Herbst, P., Nachlieli, T. and Chazan, D. (2011). Studying the practical rationality of mathematics teaching: what goes into ‘installing’ a theorem in geometry? *Cognition and Instruction*, 29(2), 218-255.
- Hernández-Rodríguez, O., González, G. y Villafañe-Cepeda, W. (2021a). Planning a research lesson online: pre-service teachers' documentation work. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 10(2), 168-186.
- Hernández-Rodríguez, O., González, G. y Villafañe-Cepeda, W. (2021b). Re-visioning support to pre-service teachers using a lesson study model. *Proceedings of the 43rd annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (pp. 1142-1144). Philadelphia.
- Hernández Rodríguez, O., Wanda Villafañe-Cepeda, W., Moreno-Concepción, J. y Choque-Dextre, Y. (2023). Desarrollo de la capacidad de observación profesional de los futuros maestros de matemáticas. *PARADIGMA*, 44(3), 354-373. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p354-373.id1319>
- Huang, R., Fang, Y. y Chen, X. (2017). Chinese lesson study: A deliberate practice, a research methodology, and an improvement science. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 6(4), 270-282.
- Isoda, M., Arcavi, A. y Lorc, A. M. (2007). *El Estudio de Clases japonés en matemáticas: Su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global*. Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso.
- Kartal, B. y Çinar, C. (2018). Examining pre-service mathematics teachers' beliefs of TPACK during a method course and field experience. *Malaysia Online Journal of Educational Techology*, 6(3), 11–37.
- Kilpatrick, J., Swafford J. y Findell B. (Eds). (2001). *Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Lewis, C. C. y Hurd, J. (2011). *Lesson Study step by step: How teacher learning communities improve instruction (With DVD)*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Lewis, C., Perry, R. y Murata, A. (2006). How should research contribute to instructional improvement? The case of Lesson Study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14.
- Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: A sociological study*. Chicago: University of Chicago Press.
- Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual overview of lesson study. In L. C. Hart, A. Alston y A. Murata (Eds.), *Lesson study research and practice in mathematics education* (pp. 1-12). Springer, Dordrecht.
- Redmond, P. y Lock, J. (2019). Secondary pre-service teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPCK): What do they really think? *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), 45–54. <https://doi.org/10.14742/ajet.4214>
- Sacristán, A. I. (2017). Digital technologies in mathematics classrooms: barriers, lessons and focus on teachers. In E. Galindo & J. Newton (Ed.), *Proceedings 39th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 90–99). Hoosier Association of Mathematics Teacher Educators. http://www.pmena.org/pmenaproceedings/PMENA_39_2017_Proceedings.pdf
- Seleznyov, S. (2019). Lesson study: Learning through research. *Impact*, 2514-6955(5), 61 –65.
- Schoenfeld, A. (2006). Mathematics teaching and learning. In P. A. Alexander and P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 479-510). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Stigler, J. W. y Hiebert, J. (2009). *The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving education in the classroom*. Simon and Schuster.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9(7), 281 – 307.
- Trouche, L., Rocha, K., Gueudet, G. y Pepin, B. (2020). Transition to digital resources as a critical process in teachers' trajectories: the case of Anna's documentation work, *ZDM*, 52, 1243-1257.
- Villafañe-Cepeda, W., Hernández-Rodríguez, O. y González, G. (2022, April 23). Innovative Approaches to Lesson Study with Teachers Across Diverse Contexts: *The activity of planning an online research lesson*. (Round table presentation), AERA's (American Educational Research Association) Annual Convention.
- Watanabe, T., Takahashi, A. y Yoshida, M. (2008). Kyozaikenkyu: A critical step for conducting effective Lesson Study and beyond. *Inquiry into mathematics teacher education [AMTE Monograph]*, 5, 131-142.
- Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61(1-2), 89-99.

Zeichner, K. M. y Tabachnick, B. R. (1981). Are the effects of university teacher education “washed out” by school experience? *Journal of Teacher Education*, 32(3), 7-11.