



Aplicaciones de la teoría de la actividad en el análisis de procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas

Applications of Activity Theory in the Analysis of Mathematics Teaching–Learning Processes

Edgar Vázquez Grande  | evazquezg2100@alumno.ipn.mx
CICATA - Instituto Politécnico Nacional

Recepción: 7 de julio de 2025 | Aceptación: 29 de enero de 2026

Resumen

Este artículo se sitúa en el marco de la Teoría de la Actividad, tomando como referencia el modelo de sistemas de actividad de Yrjö Engeström, quien concibe las prácticas educativas como sistemas complejos, dinámicos y culturalmente mediados. A partir de este enfoque, se llevó a cabo una revisión de estudios recientes que aplican dicho modelo en el aula de matemáticas, con el objetivo de examinar cómo las interacciones, las mediaciones y las contradicciones estructuran los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dada la limitada cantidad de investigaciones disponibles, se seleccionaron tres casos representativos que permiten identificar los contextos educativos en los que se ha implementado el modelo, así como las estrategias de integración y los aportes de estas aproximaciones para comprender la actividad matemática escolar. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos hallazgos tanto para el diseño de intervenciones formativas como para la orientación de futuras investigaciones en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave

Teoría de la actividad, sistemas de actividad, mediación, contradicciones

Abstract

This article is framed within Activity Theory, drawing on Yrjö Engeström's activity systems model, which conceptualizes educational practices as complex, dynamic, and culturally mediated systems. From this perspective, a review of recent studies applying this model in the mathematics classroom was conducted, with the aim of examining how interactions, mediations, and contradictions structure teaching and learning processes. Given the limited number of available studies, three representative cases were selected to identify the educational contexts in which the model has been implemented, as well as the integration strategies and contributions of these approaches to understanding school mathematical activity. Finally, the implications of these findings are discussed both for the design of educational interventions and for guiding future research in the field of mathematics education.

Keywords

Activity Theory, activity systems, mediation, contradictions

Introducción

La Teoría de la Actividad ha sido aplicada en diversos ámbitos como la educación, la formación profesional y el estudio de las organizaciones, lo que ha permitido comprender cómo las acciones individuales se articulan en actividades colectivas mediadas por herramientas culturales, normas sociales y condiciones histórico-sociales específicas. Desde esta perspectiva, se ha consolidado como un marco teórico relevante para analizar procesos educativos y sociales, al concebir la enseñanza y el aprendizaje como fenómenos situados, dinámicos y en permanente transformación (Engeström, 2001).

No obstante, pese a su amplio desarrollo teórico y empírico, su aplicación en investigaciones centradas específicamente en el aula de matemáticas continúa siendo limitada. Además, en los estudios existentes no siempre se aprovecha de forma sistemática el potencial analítico del modelo para comprender la complejidad de la actividad matemática escolar, particularmente en lo que respecta a las mediaciones, las tensiones internas y las formas de organización del aprendizaje (Batiibwe, 2019).

Ante esta brecha, el presente artículo tiene como propósito analizar estudios representativos publicados recientemente en revistas indexadas que emplean el modelo de sistemas de actividad como herramienta analítica en el aula de matemáticas. El objetivo es identificar las formas de integración teórica adoptadas, los contextos educativos en los que se ha aplicado y los aportes de estas aproximaciones para la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje matemático. En particular, se busca mostrar cómo el modelo de sistemas de actividad permite enriquecer el análisis de la

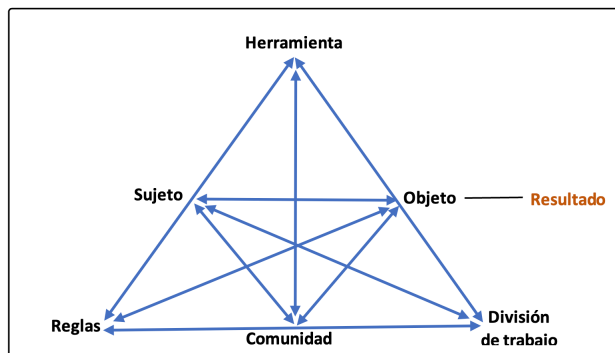
actividad matemática escolar al hacer visibles relaciones, tensiones y dinámicas que suelen quedar relegadas en otros enfoques analíticos.

Fundamentos teóricos de la Teoría de la Actividad

La Teoría de la Actividad tiene su origen en los estudios de Vygotsky, quien sostiene que la actividad humana se origina y se transforma mediante la interacción con la realidad externa, constituida por objetos tangibles y significados culturalmente constituidos (Vygotsky, 1978). Esta interacción está mediada por herramientas culturales como el lenguaje, los símbolos y los artefactos, cuya internalización posibilita la construcción de nuevas formas de pensamiento y la transformación de la actividad cognitiva y social. En este marco, la mediación constituye un principio fundamental, que trasciende los objetos físicos e incluye cualquier herramienta cultural capaz de estructurar y posibilitar la acción humana.

Sobre esta base, Engeström amplió y sistematizó la teoría mediante el modelo de sistemas de actividad, el cual concibe la actividad humana como un sistema dinámico y culturalmente mediado. Este enfoque permite analizar la actividad tanto a nivel de acciones individuales como en términos de las interacciones sociales, las normas, la distribución de responsabilidades y las tensiones internas que impulsan procesos de cambio y desarrollo (Engeström, 2001). Para ello, propone seis elementos interrelacionados (Figura 1), el sujeto, que puede ser un individuo o un grupo de participantes involucrados en la actividad; el objeto, que representa la meta que orienta la acción y que, mediante la práctica, se transforma en un resultado concreto; las herramientas, físicas y simbólicas, que median la relación entre el sujeto y el objeto y facilitan la internalización del conocimiento; las reglas, que regulan las acciones de los participantes; la comunidad, que agrupa a los actores implicados; y la división del trabajo, que define cómo se asignan tareas, roles y responsabilidades, estructurando la colaboración dentro del sistema.

Dentro de este modelo, las contradicciones ocupan un lugar central, ya que se entienden como tensiones estructurales o conflictos internos que surgen cuando los distintos elementos del sistema no están plenamente alineados con los objetivos de la actividad. Estas contradicciones actúan como motores de cambio y aprendizaje, ya que su identificación y resolución permiten transformar la actividad, generar nuevas prácticas y ajustar la interacción entre los elementos del sistema. Este proceso refuerza el papel central de la mediación en la construcción del conocimiento y en la transformación de la actividad educativa, mostrando cómo las herramientas culturales y las interacciones sociales configuran y potencian el aprendizaje (Engeström, 2001).

Figura 1*Estructura de un sistema de actividad*

Nota. Tomado de Engeström (2001)

Comprender estos principios resulta fundamental para analizar contextos educativos específicos, como el aula de matemáticas, donde convergen múltiples mediaciones, normas y formas de participación. Para ilustrar el potencial analítico del modelo de sistemas de actividad, en los apartados siguientes se presentan tres estudios empíricos que aplican este marco a distintas configuraciones de enseñanza y aprendizaje matemático. Cada caso se organiza de manera implícita en tres categorías de análisis: marco teórico, desarrollo del caso y hallazgos, lo que permite examinar de manera sistemática cómo las interacciones, las herramientas y las contradicciones modelan la actividad escolar y contribuyen a la construcción del conocimiento matemático.

CASO 1. Sistemas de actividad articulados con una propuesta de enseñanza

El primer caso analiza una propuesta de enseñanza que integra explícitamente el modelo de sistemas de actividad al diseño de actividades matemáticas. En un contexto educativo marcado por políticas que enfatizan el autoaprendizaje, la cooperación, la aplicación contextual del conocimiento, la motivación por aprender y la mejora continua, Loc et al. (2022) desarrollaron una intervención orientada a la enseñanza de la ecuación de la recta, con el objetivo de fortalecer el desempeño académico y la comprensión conceptual de los estudiantes.

La propuesta metodológica se estructuró en tres fases articuladas con el modelo de sistemas de actividad: una inicial de motivación y orientación hacia el objetivo, que buscó activar conocimientos previos y vincularlos con los nuevos; una segunda, centrada en la construcción del conocimiento, que promovió la resolución autónoma de tareas; y una tercera de consolidación y práctica, orientada a evaluar la comprensión y detectar errores conceptuales

o interpretaciones alternativas. Para medir el impacto, se aplicó un diseño cuasiexperimental con grupo de control y grupo experimental, integrado por estudiantes de décimo grado. Las evaluaciones diagnósticas y finales, respaldadas por técnicas de estadística inferencial, confirmaron la equivalencia inicial de los grupos, asegurando la comparabilidad de los resultados.

Los contenidos se centraron en la ecuación de la recta y sus conceptos asociados, como vector de dirección, ecuación paramétrica, vector normal, ecuación general y posiciones relativas entre rectas. Cada concepto fue analizado a través del modelo de sistemas de actividad y, en función de ello, se diseñaron actividades de aprendizaje estructuradas según las tres fases contempladas en la propuesta metodológica.

Como ejemplo, en la ecuación general de la recta, el sujeto correspondió a los estudiantes, el objeto a la comprensión y construcción de la ecuación, y las herramientas incluyeron hojas de trabajo y el software GeoGebra. Los resultados de aprendizaje esperados consistieron en que los estudiantes pudieran identificar la ecuación general de una recta, escribir su ecuación, determinar el vector normal y un punto sobre la recta, así como resolver problemas relacionados con la escritura de ecuaciones generales en un nivel de aplicación básico. Las reglas que guiaron la dinámica de trabajo se centraron en la organización de los estudiantes en equipos heterogéneos, lo que permitió fomentar la colaboración y la discusión, mientras que la comunidad incluyó a estudiantes y docente, y la división del trabajo definió roles y responsabilidades orientados al logro de los objetivos. Este diseño promovió interacciones significativas, la retroalimentación entre pares y el acompañamiento docente, consolidando la mediación como un componente central en la construcción del conocimiento y la transformación de la actividad matemática.

Las actividades de aprendizaje de la fase de motivación y orientación hacia los objetivos se centraron en plantear preguntas que conectaran los conocimientos previos con los nuevos contenidos, tales como la interpretación de la gráfica de la función $y = ax + b$, la ecuación de la recta que pasa por los puntos $A(0,1)$ y $B(1,0)$, y la representación de una recta en el plano cartesiano mediante una expresión de la forma $y = ax + b$.

Durante la fase de construcción del conocimiento se introdujo el concepto de ecuación general de una recta a partir de una actividad de observación y análisis. Los estudiantes examinaron diversas rectas generadas automáticamente en GeoGebra junto con sus correspondientes ecuaciones y analizaron patrones y regularidades en la relación entre la representación gráfica y su forma algebraica. Este proceso permitió que los estudiantes infirieran de manera progresiva la estructura general de la ecuación de la

recta. Las conjeturas formuladas fueron posteriormente validadas por el docente mediante una breve sistematización. Como cierre de esta fase, se propuso un problema para discusión en equipos: “En el plano cartesiano, sea Δ una línea recta que pasa por el punto $M(x_0, y_0)$ y $\vec{n}$ un vector normal. Determina la condición que debe cumplir un punto $M(x, y)$ para pertenecer a la recta Δ ”.

En la fase de práctica y consolidación del conocimiento, se plantearon actividades orientadas a fortalecer la comprensión de los conceptos y promover el trabajo colaborativo. Entre las tareas desarrolladas se incluyeron las siguientes:

1. En el plano cartesiano, dada una línea recta $d: 2x + 3y + 2 = 0$, encuentra un vector normal y un vector de dirección de d .
2. En el plano cartesiano, dada una línea recta d que pasa por el punto $A(1, 2)$ y tomando $\vec{n}(1, 2)$ como un vector normal.
 - a) Escribe la ecuación general de la recta d .
 - b) Escribe la ecuación general de la recta d' , donde d' pasa por $B(1, 1)$ y $d' \parallel d$.
3. En el plano cartesiano, dadas dos puntos $A(1, 4)$ y $B(3, 2)$, escribe la ecuación general de la línea recta AB .

El análisis de los cinco casos incluidos en la propuesta evidenció que la implementación de un enfoque pedagógico fundamentado en la Teoría de la Actividad permitió que el grupo experimental alcanzara resultados superiores al grupo de control, que recibió instrucción mediante métodos tradicionales.

Asimismo, se observó un incremento notable en la motivación, la participación activa y la colaboración entre los estudiantes, quienes se involucraron en tareas con sentido dentro de entornos de aprendizaje interactivos. Estos hallazgos sugieren que este enfoque resulta pertinente en contextos rurales y remotos, donde las limitaciones de tiempo, los vacíos en conocimientos previos y los bajos niveles de motivación representan obstáculos frecuentes para el aprendizaje.

En conjunto, este estudio muestra que el modelo de sistemas de actividad puede integrarse de forma consistente con diversas estrategias metodológicas, configurándose como un marco conceptual flexible que articula teoría, práctica y mediación educativa. Dicha integración favorece la construcción de conceptos matemáticos y contribuye al desarrollo de habilidades de resolución de problemas, la reflexión crítica y la internalización del conocimiento, configurando un enfoque de enseñanza orientado al aprendizaje activo, colaborativo y significativo, y con proyección para el diseño de intervenciones educativas inclusivas y contextualizadas.

CASO 2. Sistemas de actividad para comparar el aprendizaje dentro de una misma cultura

Mientras el primer caso ilustra el uso del modelo de sistemas de actividad como herramienta para el diseño didáctico, el segundo se centra en su potencial analítico para comparar distintas formas de organización del aprendizaje dentro de un mismo contexto cultural. La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas constituyen un campo de alta complejidad, especialmente cuando se analizan prácticas pedagógicas arraigadas en tradiciones educativas específicas. Un ejemplo destacado se encuentra en Japón, donde Sekiguchi (2021) comparó dos sistemas de actividad diseñados para analizar lecciones centradas en la resolución de problemas matemáticos, proporcionando perspectivas profundas sobre cómo las dinámicas de aula y las mediaciones culturales influyen en la comprensión y aplicación del conocimiento matemático.

El primer sistema de actividad se apoyaba en la estructura tradicional de resolución de problemas propuesta por Polya: comprender el problema, elaborar un plan, ejecutar el plan y reflexionar. En este modelo, el objeto era la construcción de problemas matemáticos desafiantes; los sujetos, estudiantes de noveno grado; y las herramientas, los conocimientos previos y los instrumentos para dibujar, graficar y calcular. La comunidad estaba conformada por estudiantes y docente, y las interacciones seguían reglas típicas de la enseñanza tradicional, como el esquema de Iniciación-Respuesta-Evaluación. La división del trabajo se centraba en el docente, quien dirigía y coordinaba la actividad, y el resultado esperado consistía en la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades matemáticas.

Por su parte, el segundo sistema se inspiraba en el enfoque de la Escuela como Comunidad de Aprendizaje (School as Learning Community, SLC), propuesto por Manabu Sato en Japón a partir de la década de 1980. Este enfoque concibe el aprendizaje como un proceso disciplinar, colaborativo y desafiante, en el que la resolución compartida de problemas y la interacción entre pares ocupan un lugar central en la construcción del conocimiento matemático.

En este sistema, el objeto se centraba en la resolución compartida de tareas; los sujetos eran también estudiantes de noveno grado; y las herramientas incluían conocimientos previos, instrumentos matemáticos, estrategias de resolución de problemas y métodos de aprendizaje colaborativo. La comunidad, integrada por los propios estudiantes y docente, operaba bajo la regla de colaboración activa, y la división del trabajo combinaba la contribución individual con la cooperación, lo que favoreció la construcción colectiva del conocimiento. El resultado esperado consistía en la retexturización de significados y relaciones, lo que promovió

una comprensión más profunda y compartida de los conceptos matemáticos.

Un ejemplo concreto que ilustró este enfoque se desarrolló en una clase que trabajaba el uso de variables como herramienta para representar y demostrar relaciones matemáticas. La actividad consistió en analizar los caminos que rodeaban dos jardines con forma cuadrada. A partir de la Figura 2, tarea 1, se solicitó a los estudiantes calcular el área del camino S , el ancho del camino a y la longitud de la línea central l para cada jardín y luego formular conjeturas sobre las posibles relaciones entre estas tres variables. Tras distribuir una hoja de trabajo, el docente inició la actividad mostrando a los estudiantes una serie de representaciones gráficas de los jardines, como punto de partida visual, y luego explicó la primera tarea, correspondiente a la etapa de reparto de responsabilidades dentro del grupo.

Los estudiantes trabajaron en grupos de tres o cuatro integrantes para resolver la tarea inicial, registraron los resultados en una tabla que luego completaron de manera colectiva. Posteriormente, discutieron las posibles relaciones entre las variables, expresadas en las igualdades:

$$S = a \cdot l \text{ y } l = \frac{S}{a}.$$

A partir de estas conclusiones, el docente introdujo una “tarea de salto” para explorar la validez general de la relación en distintos tamaños de jardín y camino. Esta consistió en analizar un jardín cuadrado rodeado por un camino de ancho a y con lado de longitud p , donde S representaba el área del camino y l la longitud de la línea central (Figura 2, tarea 2). Los estudiantes debieron explicar y justificar la relación $S = a \cdot l$, lo que favoreció la generalización del concepto y la reflexión matemática, junto con la colaboración, la mediación docente y la construcción colectiva del conocimiento.

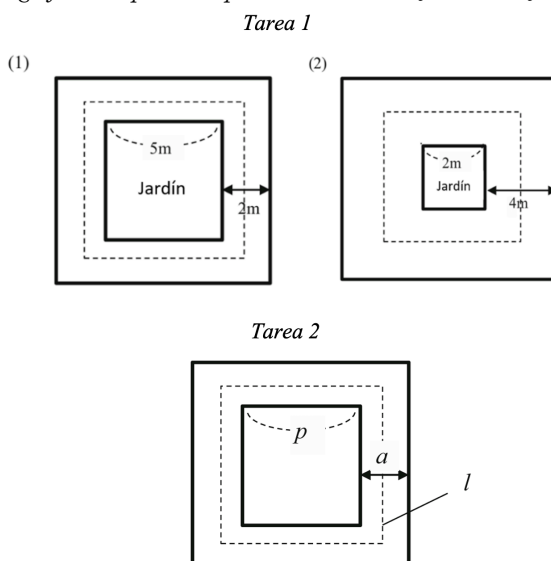
Entre las conclusiones más relevantes del estudio destaca el reconocimiento de que las contradicciones entre los dos sistemas de actividad analizados son profundas y, en algunos casos, están estrechamente vinculadas a elementos de la cultura educativa tradicional japonesa. Estas tensiones se manifestaron de manera particular en los componentes de reglas y de división del trabajo. En el sistema tradicional de resolución de problemas, el énfasis recae en el trabajo individual, lo que relega el intercambio de ideas con los compañeros a una etapa final de la lección. En contraste, el enfoque de la SLC promueve la colaboración sostenida a lo largo de toda la actividad, concibiendo la interacción entre pares como un componente central del proceso de aprendizaje.

Con relación con los componentes de herramientas y resultados, el estudio señala que las estrategias de resolución de problemas propuestas por

Polya fueron concebidas principalmente para contextos de trabajo individual o bajo la supervisión directa del docente, sin considerar de manera explícita la resolución colaborativa. En contraste, el modelo de la SLC reconoce y valora estrategias propias del trabajo colectivo, como la “búsqueda de ayuda” y la “escucha activa”, y las integra como herramientas mediadoras fundamentales para la resolución conjunta de problemas y, por ende, para el desarrollo del aprendizaje matemático.

Figura 2

Representaciones graficas del problema presentadas en las hojas de trabajo



Nota. Tomado de Sekiguchi (2021)

Desde la perspectiva del objeto de la actividad, una dificultad recurrente en la enseñanza tradicional de las matemáticas ha sido la desigualdad en los logros de aprendizaje de los estudiantes. En este modelo, es frecuente que los docentes pospongan la presentación de problemas con mayor nivel de complejidad hasta que la mayoría del grupo haya asimilado los contenidos básicos, lo que suele ocurrir al final de la unidad. También es común la organización de la clase en grupos diferenciados según el nivel de desempeño, a los que se asignan a cada uno tareas acordes con su rendimiento, de este modo, los problemas de mayor complejidad rara vez se plantean al grupo con menores logros académicos.

En contraste, el diseño de lecciones basado en el modelo SLC redefine el objeto de la actividad al situar la investigación matemática como eje central del aprendizaje. Para ello, el docente estructura la enseñanza a partir

de dos tipos de tareas: tareas para compartir y tareas de salto. Este enfoque promueve que las tareas de salto, caracterizadas por su nivel de exigencia cognitiva, se ofrezcan a todos los estudiantes desde las etapas iniciales de cada lección. Lejos de constituir un obstáculo, estas tareas funcionan como dispositivos de activación del aprendizaje, ya que estimulan la exploración, la formulación de conjeturas y el intercambio de ideas, y favorecen al mismo tiempo la comprensión progresiva de los conocimientos básicos.

Las comparaciones entre ambos sistemas muestran cómo las contradicciones internas, particularmente en los componentes de reglas, de división del trabajo y de herramientas, reflejan tensiones históricas propias de la cultura educativa japonesa. Al mismo tiempo, evidencian que dichas contradicciones pueden convertirse en motores de transformación cuando se reconfigura el objeto de la actividad hacia la investigación matemática colectiva, lo que confirma el valor del modelo de sistemas de actividad para comprender cambios cualitativos en la enseñanza de las matemáticas dentro de contextos culturales específicos.

CASO 3. Sistemas de actividad en enfoques pedagógicos apoyados por tecnología

El tercer estudio desplaza el análisis hacia escenarios educativos mediados por tecnologías digitales, lo cual amplía el alcance del modelo de sistemas de actividad a configuraciones pedagógicas contemporáneas. En las últimas décadas, la incorporación de innovaciones tecnológicas en los sistemas educativos ha propiciado la adopción de nuevos enfoques de enseñanza, entre los que destaca el modelo de aula invertida. Este enfoque ha adquirido relevancia al reconfigurar los roles tradicionales del docente y del estudiante, así como al introducir nuevas herramientas y reglas que transforman la organización de la actividad educativa.

Difundido por Jonathan Bergmann y Aaron Sams a partir de 2012, el aula invertida se caracteriza por trasladar la instrucción directa fuera del aula, generalmente mediante recursos digitales, y destinar el tiempo presencial a actividades de aplicación, resolución de problemas e interacción colaborativa, lo que promueve un aprendizaje activo centrado en el estudiante (Fredriksen et al., 2024; Esperanza et al., 2021). No obstante, Fredriksen y Hadjerrouit (2019) desarrollaron una investigación en el contexto noruego en la que señalan que la implementación de este enfoque en la enseñanza de las matemáticas genera tensiones cuya identificación y análisis resultan fundamentales para el diseño de aulas invertidas con mayores aportes al aprendizaje.

Partiendo del supuesto de que las actividades educativas solo pueden comprenderse en relación con su contexto sociocultural, el análisis de estas

tensiones se aborda mediante el modelo de sistemas de actividad, articulado con el principio de contradicción dialéctica. Este principio sostiene que las contradicciones emergen cuando nuevas herramientas, normas o formas de organización entran en tensión con componentes previamente estabilizados, lo que les confiere un carácter estructural e histórico, que se manifiestan tanto al interior como entre sistemas de actividad (Engeström, 2001).

En este marco, la investigación examina una experiencia de aula invertida concebida como un sistema de actividad complejo. El sujeto de la actividad estuvo constituido por estudiantes de primer año de ingeniería de una universidad noruega, quienes participaron en un entorno de aprendizaje mediado por diversas herramientas, entre ellas videos, tecnologías digitales, cuestionarios realizados fuera del aula, libros de texto, tareas matemáticas presenciales y otros materiales de estudio.

El objeto de la actividad se orientó al desarrollo de habilidades matemáticas mediante la resolución de problemas, la modelación de situaciones, la realización de tareas obligatorias y la preparación para exámenes, con énfasis en la comprensión y aplicación de contenidos avanzados como las series de Fourier, la transformada de Laplace, las ecuaciones de recurrencia, las demostraciones formales, la lógica matemática y la optimización en funciones de dos variables. El resultado esperado se concretaba en la aprobación de las evaluaciones académicas, condición necesaria para la continuidad en el programa de estudios y la eventual obtención del título profesional.

Las reglas que estructuraban el sistema de actividad estuvieron determinadas por el currículo universitario, los criterios de evaluación, las políticas institucionales y otros compromisos académicos, como tareas y exámenes obligatorios, además de las restricciones temporales propias del curso. La división del trabajo se configuró a partir de los roles diferenciados del docente y de los estudiantes tanto en el aula invertida como en el contexto universitario, lo que promovió la participación activa del estudiantado en dinámicas grupales y tareas colaborativas, así como su interacción con la comunidad académica, integrada por compañeros de clase, docentes y otros actores institucionales.

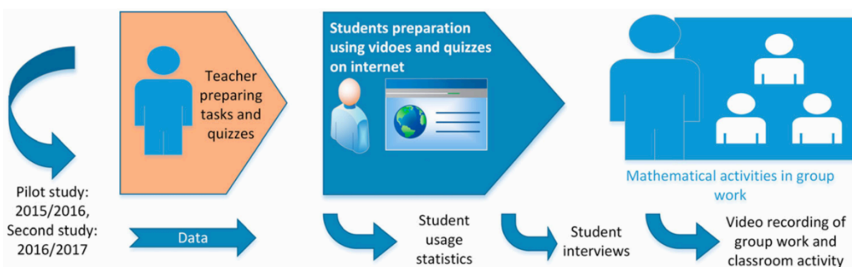
La recopilación de datos incluyó la filmación de actividades grupales, entrevistas semiestructuradas individuales y una encuesta anónima sobre las percepciones del estudiantado respecto al modelo de aula invertida. En una fase inicial se revisaban los contenidos de los videos a través de una introducción breve e interactiva dirigida por el docente, cuya duración variaba según el nivel de preparación y las dudas planteadas. Posteriormente, los estudiantes desarrollaban tareas vinculadas con los contenidos trabajados, provenientes del libro de texto o diseñadas por el

docente, las cuales podían abordar tanto contenidos previamente conocidos como otros de mayor complejidad procedimental. El resto de la sesión se destinaba al trabajo colaborativo en grupos, con intervenciones puntuales del docente para ofrecer aclaraciones generales y, en algunos casos, una breve recapitulación final.

El análisis permitió identificar 158 tensiones, organizadas inicialmente en 26 categorías de contradicción que, de acuerdo con su naturaleza dialéctica, fueron reorganizadas en tres tipos. Las contradicciones entre lo conceptual y lo procedimental reflejaban tensiones entre la comprensión de los conceptos matemáticos y los procedimientos utilizados para la resolución de tareas. Las contradicciones entre la orientación del profesor y la autonomía del estudiante evidenciaban discrepancias respecto al control y la iniciativa del proceso de aprendizaje. Finalmente, las contradicciones entre lo individual y lo colectivo se asociaban a desequilibrios entre los objetivos personales del estudiantado y las metas compartidas del trabajo colaborativo en el aula.

Figura 3

Diseño de investigación que muestra el uso de la recopilación de datos dentro y fuera del aula



Nota. Tomado de Fredriksen y Hadjerrouit (2019)

Dentro de las contradicciones entre lo conceptual y lo procedimental se distinguieron tres subcategorías: las dificultades del estudiantado para abordar el aprendizaje basado en problemas y la modelación matemática; la adopción mecánica de rutinas en el trabajo grupal sin una reflexión conceptual que orientara el avance colectivo; y la preferencia por un aprendizaje procedimental orientado a la evaluación, en contraste con la intención docente de promover la comprensión conceptual.

Por su parte, las contradicciones entre la orientación del profesor y la autonomía del estudiante se organizaron en ocho subcategorías, entre las que se incluyeron la falta de autodisciplina para el aprendizaje autónomo, la expectativa de una enseñanza directa por parte del docente, el rechazo a

nuevas dinámicas de trabajo grupal, la percepción de los videos como una carga excesiva, las objeciones al uso del tiempo de clase para la resolución de problemas, la baja calidad de las discusiones, las dificultades derivadas de la falta de preparación de algunos estudiantes y la necesidad de recuperar contenidos durante la sesión presencial.

Finalmente, las contradicciones entre lo individual y lo colectivo comprendieron tres subcategorías: la ausencia en el trabajo grupal debido a ansiedad u otras razones personales, la preferencia por el trabajo individual y la dificultad para seguir el ritmo del grupo, lo que exigía mayor tiempo para procesar la información.

Sin embargo, el estudio también reconoce que no todas las tensiones observadas podían ser interpretadas como contradicciones dialécticas. Como señalan Engeström y Sannino (2011), muchos conflictos, inconsistencias o dilemas no representan contradicciones estructurales del sistema, sino que responden a situaciones puntuales, dilemas personales, características individuales o desacuerdos interpersonales, cuyas consecuencias suelen limitarse a tensiones de corto plazo.

Desde esta distinción, se presentan 44 tensiones adicionales organizadas en doce subcategorías. Entre las más recurrentes se encuentran la escasa fluidez matemática de los estudiantes, los cuestionamientos sobre la utilidad de las matemáticas en su formación, las dificultades de comunicación durante clases expositivas, la limitada interacción con el docente en videos unidireccionales, la distracción durante las sesiones presenciales, los problemas para aprender mediante formatos audiovisuales, la persistencia de conflictos en el trabajo grupal, la desalineación entre las tareas del libro de texto y las dinámicas del aula invertida y el uso de los videos como herramienta de enseñanza que restringe la discusión colectiva, al promover una lógica de aprendizaje individual.

Estos resultados muestran que las contradicciones inherentes al modelo de aula invertida, lejos de constituir obstáculos, representan oportunidades para promover un aprendizaje matemático más profundo y transformador. Las tensiones entre lo conceptual y lo procedimental, entre la orientación del docente y la autonomía del estudiante, y entre lo individual y lo colectivo, brindan un marco analítico pertinente para diseñar estrategias pedagógicas que fortalezcan la comprensión conceptual, la colaboración efectiva y la autonomía del estudiantado.

La identificación y gestión de estas contradicciones permite que metodologías activas, como el aula invertida, se ajusten a las necesidades, estilos de aprendizaje y niveles de los estudiantes, y propicien prácticas educativas más inclusivas, flexibles y capaces de generar cambios significativos en el aprendizaje.

Conclusiones

El análisis de los estudios incluidos en este artículo evidencia que el modelo de sistemas de actividad de Engeström proporciona un marco conceptual consistente para abordar la complejidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque permite considerar de manera integral cómo los sujetos, los objetos, las herramientas, las reglas, la comunidad y la división del trabajo interactúan en la actividad escolar, mostrando cómo las mediaciones culturales y las tensiones internas condicionan la construcción del conocimiento matemático y la transformación de las prácticas educativas.

Los casos examinados destacan la flexibilidad del modelo, que se adapta a contextos educativos diversos y a distintos enfoques metodológicos. Su implementación se pudo observar tanto en intervenciones orientadas a la comprensión conceptual y la colaboración entre estudiantes, como en análisis de dinámicas culturales de enseñanza y en entornos mediados por tecnologías digitales, como el aula invertida. Esta capacidad de adaptación permite identificar patrones de interacción, normas compartidas y objetivos comunes, ofreciendo elementos de análisis sobre los procesos de aprendizaje matemático en distintos escenarios.

Se reconoce, sin embargo, que la revisión presenta limitaciones. Al centrarse únicamente en tres estudios representativos, es posible que se hayan omitido investigaciones relevantes en otros contextos culturales, tecnológicos o educativos. Asimismo, la heterogeneidad metodológica y los distintos niveles educativos dificultan la generalización de los hallazgos, por lo que estos deben interpretarse como indicativos de tendencias y posibilidades más que como conclusiones universales.

En este sentido, se recomienda que futuras investigaciones amplíen el alcance del modelo de sistemas de actividad a contextos diversos, con especial atención a cómo las mediaciones culturales, las interacciones y las contradicciones pueden convertirse en oportunidades de innovación educativa. Asimismo, resulta pertinente explorar de manera sistemática cómo la mediación tecnológica y las prácticas colaborativas pueden facilitar la resolución de tensiones internas, lo que favorece un aprendizaje matemático más profundo, inclusivo y transformador.

Referencias

- Batiibwe, M. (2019). Using Cultural Historical Activity Theory to understand how emerging technologies can mediate teaching and learning in a mathematics classroom: a review of literature. *RPTEL 14*(12).
<https://doi.org/10.1186/s41039-019-0110-7>

- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: Toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133–156.
<https://doi.org/10.1080/13639080020028747>
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2011). Discursive manifestations of contradictions in organizational change efforts: A methodological framework. *Journal of Organizational Change Management*, 24, 368–387.
<https://doi.org/10.1108/09534811111132758>
- Fredriksen, H., & Hadjerrouit, S. (2019). An activity theory perspective on contradictions in flipped mathematics classrooms at the university level. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(4), 520–541.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1591533>
- Fredriksen, H., Rebenda, J., Rensaa, R. J., & Pettersen, P. (2024). Inquiry-Based Linear Algebra Teaching and Learning in a Flipped Classroom Framework: A Case Study. *PRIMUS*, 1–21.
<https://doi.org/10.1080/10511970.2024.2375712>
- Esperanza, P. J., Himang, C., Bongo, M., Selerio Jr., E., & Ocampo, L. (2021). The utility of a flipped classroom in secondary Mathematics education. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(3), 382–415.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1957166>
- Loc, N. P., Oanh, N. P. P., Thao, N. P., De, T. V., & Triet, L. V. M. (2022). Activity theory as a framework for teaching mathematics: An experimental study. *Heliyon*, 8(10), e10789. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10789>
- Sekiguchi, Y. (2021). Activity systems analysis of classroom teaching and learning of mathematics: a case study of Japanese secondary schools. *Educational Studies in Mathematics*, 108, 493–511.
<https://doi.org/10.1007/s10649-021-10069-6>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press.

Autor de correspondencia

Edgar Vázquez Grande | evazquezg2100@alumno.ipn.mx

