

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Enfoque sistémico en la formación continuada de profesores de matemáticas

Luis Alexander **Castro** Miguez

Colegio Atahualpa I.E.D. - Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

lacastrom@educacionbogota.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta una propuesta para la formación continuada de profesores de matemáticas de preescolar y básica primaria que, desde la teoría general de procesos y sistemas, articula tres aspectos constitutivos de un sistema: *sustrato*, *dinámica* y *estructura* para reconocer situaciones problema de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas escolares emergentes en la práctica educativa. Metodológicamente se cuenta con una estructura de construcción que se nutre desde la ciencia del diseño aplicada a la educación y una estructura de validación que se nutre de técnicas y elementos propios de una investigación cualitativa. La propuesta para la formación continuada de profesores reconoce la necesidad de constituir Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares que promueva la discusión, los debates y argumentos de los profesores e identifica un carácter sistémico en sus procesos reflexivos desde el reconocer, repensar y reconstruir prácticas de enseñanza de las matemáticas.

Palabras clave: Formación continuada de profesores; sistemas; matemáticas escolares; comunidades de práctica; reflexión; desarrollo profesional.

Breve contextualización y consideraciones teóricas

Formación continuada de profesores.

Al reconocer el *desarrollo profesional de profesores* como uno de los enfoques de la formación continuada de profesores con Villegas-Reimers (2003) se identifican algunas características que permiten orientar este desarrollo, tales como: a) se concibe a los profesores como aprendices activos y profesionales reflexivos, b) es un proceso continuo, c) es un proceso

que tiene lugar en contextos particulares y d) es un proceso vinculado a las reformas educativas e innovaciones y a la mejora constante de las prácticas educativas; con ello se hace explícito una relación fundamental entre el aprendizaje del profesor y su desarrollo profesional, pues este desarrollo “se sustenta en el aprendizaje permanente para fortalecer el oficio de enseñar; en otras palabras, para tener la capacidad de ejercer la profesión docente, ser reconocido y sentirse un profesional de la educación” (Flores, 2004, p. 160). Investigar la formación continuada de profesores (Gil, 2019; Guisasola et al., 2001; León et al., 2014) implica considerar la teoría de sistemas (Vasco, 2014) para develar los diferentes tipos de componentes, relaciones, protagonistas, interacciones, tiempos y espacios presentes en la formación. Checkland (1993) identifica cuatro tipos de sistemas: *naturales*; *físicos diseñados*; *abstractos diseñados* y *de actividad humana* menos tangibles que los sistemas naturales y diseñados, cuyos componentes son actividades humanas (política, equipo de fútbol, placer, educación, ...).

Teoría General de Procesos y Sistemas.

En los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas existen fenómenos que para ser analizados no es conveniente estudiarlos desde partes aisladas puesto que no es suficiente para la comprensión del todo; ni siquiera de sus partes y sus interrelaciones. En el análisis de estos fenómenos debe primar una visión holística en donde el *todo* no puede ser dividido en sus partes independientes, es decir no tienen una causalidad lineal; el estudio de estos fenómenos es el interés de la Teoría General de Sistemas (TGS) integrada a la Teoría General de Procesos y Sistemas (TGPS) (Vasco, 2014), en donde los elementos que constituyen el sistema no deben ser, necesariamente, objetos físicos (Ossa, 2016). Con los sistemas se trata de modelar lo que está pasando respecto al fenómeno para facilitar su comprensión y aplicación. Desde la TGPS se reconocen tres aspectos constitutivos de un sistema:

- *Sustrato*. Conjunto de componentes que se seleccionan y recortan del trasfondo o campo subyacente, llamado en inglés ‘background’. Al ser el background espacio-temporal los componentes que surgen y se seleccionan en el tiempo pueden cambiar, moverse o desaparecer (Vasco, 2014).
- *Dinámica*. Conjunto de operaciones, transformaciones o transiciones que se construyen mentalmente a lo largo del tiempo “para reparar los cortes y congelamientos temporales y recuperar el dinamismo de los procesos” (Vasco, 2014, p. 48).
- *Estructura*. Conjunto de relaciones que se construyen mentalmente para reparar los cortes espaciales y recuperar la interconexión entre los componentes que se recortaron.

El sistema dinámico (Vasco, 2014) se complementa con la aplicación de un marco de trabajo, el Framework de Gestión del Conocimiento Colaborativo (F-CKM), que tiene el propósito de brindar orientación sobre la arquitectura en capas¹; en donde cada uno de los componentes y las relaciones que se puedan establecer entre ellos estarán apoyados en el trabajo colaborativo de las personas y “la conciencia que tiene el equipo del rol de cada persona y adaptación de los contenidos de acuerdo con el rol y necesidad” (Guevara et al., 2019, p. 85). La formación continuada de profesores de matemáticas, desde un enfoque sistémico, trata de dar

¹ Es una estructura de naturaleza didáctica (León et al., 2017) en la que se identifican diferentes capas, cada una de ellas constituye un nivel con una función específica. La arquitectura por capas permite agregar o quitar capas de acuerdo a la necesidad de la organización (Guevara et al., 2019) y se constituye en un instrumento que puede guiar un diseño (Wenger, 2001).

solución a problemas no estructurados que se corresponden con los sistemas de actividad humana; como estos sistemas son tan multivariados, y las influencias a las que están sujetos son tan numerosas, hace que la percepción de estos problemas se modifique con el paso del tiempo. Por estas razones, los sistemas de actividad humana nunca se pueden describir (o “modelar”) en un solo reporte que sea suficiente, lo que sí se puede procurar es que sirvan como “medio para *organizar la discusión, el debate y el argumento*” (Checkland, 1993, p. 218).

La ciencia del diseño aplicada a la educación como método de investigación

Por la naturaleza compleja del fenómeno y de acuerdo con lo planteado por Hernández et al. (2014) la investigación se sitúa en un enfoque mixto que emplea para su estudio procesos sistemáticos, empíricos y críticos desde la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos. Además, se reconoce con Cazau (2006) que de acuerdo a su alcance es de carácter *exploratorio*, donde sus objetos de investigación son sistemas desde los cuales se pretende develar algunos componentes que pueden establecer una línea de trabajo en investigación sobre los aspectos que constituyen un sistema. El diseño metodológico tiene dos componentes: una estructura de construcción que se nutre desde la *ciencia del diseño aplicada a la educación* y una estructura de validación que se nutre de técnicas y elementos propios de una investigación cualitativa.

Reconocidas las situaciones problema de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas escolares emergentes en la práctica educativa, se genera un marco hipotético para los aspectos constitutivos de un sistema para la formación de profesores que hay que poner a prueba. Estas hipótesis entran en un proceso empírico y estructural, a partir de las cuales se diseña un sistema para la formación continuada de profesores de matemáticas como dispositivo² que permita mejorar el contexto, tanto social como de conocimiento de la problemática construida; procurando responder preguntas sobre el dispositivo en contexto a partir de Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje y de Trayectorias Hipotéticas de Enseñanza de las matemáticas escolares. Este dispositivo, en tanto es “un conjunto y una disposición de elementos heterogéneos” (Palacio, 2004, p. 121) fruto de un diseño, puede cambiar desde la interacción entre la formación continuada de profesores que incorpora procesos reflexivos y la generación de ambientes de aprendizaje accesibles; y enriquecerse con un análisis periódico como efecto de una trayectoria de investigación. Como resultado, a continuación, se comparte cada uno de los aspectos que constituye el sistema para la formación continuada de profesores de matemáticas.

Sustrato del sistema para la formación continuada de profesores de matemáticas

Con Checkland (1993) se reconoce que el sistema, configurado hipotéticamente, para la formación continuada se enmarca en los sistemas de actividad humana con propósitos comunes que implican realizar actividades para llevarlos a cabo, a partir del conjunto de componentes interconectados de forma organizada y coherente; es decir, se ve un todo integrado no deducible de sus partes. Adicionar o sustraer componentes de este conjunto modifica radicalmente el

² Se entiende como espacio abierto que puede cambiar de elementos constitutivos y de centros, dependiendo de los juegos que los diferentes elementos que lo componen realicen en su interior; por ello, no forma un sistema totalizante. En el dispositivo se despliegan diferentes formas de existencia del maestro, en la medida que dibuja el esbozo de múltiples escenarios que configuran al sujeto de saber pedagógico. (Palacio, 2004, p. 122)

sistema. La Figura 1 ha dispuesto en capas, cada uno de los componentes y subcomponentes que constituyen el sistema para la formación continuada de profesores de preescolar y básica primaria que enseñan matemáticas. Además, se explicitan cada una de las categorías establecidas para cada subcomponente.

COMUNIDADES DE PRÁCTICA DE PROFESORES QUE ENSEÑAN MATEMÁTICAS	ETAPAS DE DESARROLLO	Potencial	Fusión	Maduración	Administración	Transformación
	ESTRUCTURA PARA LA PRODUCCIÓN DE SIGNIFICADOS COMPARTIDOS	Dominio de conocimiento		Comunidad de profesores		Práctica compartida
	EXISTENCIA DE COMUNIDADES DE PRÁCTICAS	Vitalidad			Visibilidad	
AMBIENTES DE DESARROLLO PROFESIONAL DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS	TIPOS DE TRANSFORMACIÓN	Del Ser		En las capacidades teóricas y prácticas		Social
	TIPOS DE APRENDIZAJE	Como devenir	Como hacer		Como experiencia	Como afiliación
	PRÁCTICAS COMUNITARIAS DE REFLEXIÓN SOBRE ENSEÑANZA	Re-conocer prácticas de enseñanza		Re-pensar prácticas de enseñanza		Re-construir prácticas de enseñanza
INFRAESTRUCTURA DE SOPORTE Y DESARROLLO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	Comunidad educativa		Política educativa		Organizaciones educativas
	TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y GESTIÓN	Servidores virtuales		Plataforma de colaboración		Sistema de gestión del conocimiento
	REPOSITORIO DOCUMENTAL	Base de datos		Administración y acceso a archivos		Producción de documentos

Figura 1. Componentes, subcomponentes y categorías del sistema de formación continuada de profesores dispuestos en una arquitectura en capas. *Nota:* Fuente adaptada de Guevara et al. (2019).

Implementada la técnica de la rejilla (Feixas et al., 2003) es posible determinar el estado de desarrollo de las Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares, capa visible del sistema que se soporta tanto en los ambientes de desarrollo profesional de profesores de matemáticas como en la infraestructura de soporte y desarrollo.

Dinámicas del sistema para la formación continuada de profesores de matemáticas

El sistema, configurado hipotéticamente, para la formación continuada de profesores identifica dos dinámicas desde las cuales se pretende representar el conjunto de operaciones, transformaciones o transiciones que se construyen mentalmente a lo largo del tiempo “para reparar los cortes y congelamientos temporales y recuperar el dinamismos de los procesos” (Vasco, 2014, p. 48) que se pueden establecer desde el sustrato enunciado anteriormente.

Dinámica 1. Sistema de interacción para la comunicación en la formación continuada de profesores. El sistema de interacción para la comunicación, configurado hipotéticamente, está pensado como herramienta que promueve y favorece los espacios de discusión y reflexión sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas escolares entre los profesores. El sistema, desde lo planteado por León et al. (2020), hace una distinción entre contexto y escenario. El contexto reconoce la especificidad del espacio educativo y los escenarios, que pueden concebirse como micro o meso escenarios, permiten identificar la escala educativa sobre la cual se desea actuar. El micro escenario se desarrolla en el ámbito del aula y el macro escenario en el ámbito de la institución.

Dinámica 2. Sistema de interacción para la reflexión desde el desarrollo profesional del profesor. El sistema de interacción para la reflexión de los profesores de matemáticas, configurado hipotéticamente, está pensado como herramienta metodológica para diseñar, implementar y evaluar estrategias que puedan dar respuesta a los problemas que encuentran los profesores en cuanto a su actuación pedagógica y didáctica cuando procuran ambientes de aprendizaje accesibles (León et al., 2017). El sistema desde su aspecto dinámico se compone de tres elementos: los *ámbitos* concebidos como zonas de prácticas diferenciadas en las que emergen situaciones problemáticas ligadas al desarrollo profesional del profesor; los *escenarios naturales* concebidos como los espacios de formación de los profesores que pueden ser físicos, virtuales o mixtos y el *estudio de clase* concebido como aquel corredor que abre una comunicación entre los ámbitos para favorecer el desarrollo profesional del profesor al diseñar, enseñar, observar y analizar críticamente sus prácticas de enseñanza. La Tabla 1 permite relacionar cada uno de los ámbitos, con los respectivos escenarios naturales y algunos de los principios y pautas del estudio de clase.

Tabla 1
Ámbitos, escenarios naturales y estudio de clase

ESCENARIOS NATURALES		ESTUDIO DE CLASE
ÁMBITOS	De realización profesional	<p>Las etapas que se han contemplado en el estudio de clase son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación del problema desde el grupo de profesores. 2. Elaboración de las Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje. 3. Identificación de indicadores y valoración de la progresión en niveles de aprendizaje de los niños. 4. Elaboración de las Trayectorias Hipotéticas de Enseñanza incorporando la Trayectorias Hipotéticas de Aprendizaje. 5. Evolución del diseño didáctico. 6. Evaluación de la evolución del diseño didáctico.
	De solución de problemas	<p>Cada una de estas etapas podría estar acompañada de alguno de los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo desde Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares. • Mesas de trabajo para el análisis de los datos de observación y devolución de resultados al ámbito correspondiente.
	De cristalización	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas de gestión del conocimiento para la organización de información proveniente del ámbito de realización; para el debate y la comunicación de resultados en el ámbito de solución de problemas y para producción de teorías en el ámbito de cristalización.

Nota: Fuente propia

La Figura 2 muestra la articulación entre los diferentes elementos para la interacción de los profesores en Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares.



Figura 2. Sistema de interacción para la reflexión desde el desarrollo profesional del profesor. *NOTA:* Fuente propia adaptada de León et al. (2017).

Ámbito de realización profesional (A1). Ámbito en el que toma forma la práctica de su ejercicio profesional de enseñanza y es fuente de aprendizaje desde escenarios institucionales en los que se manifiestan situaciones problemáticas y a la vez se certifican posibles soluciones. Desde este ámbito se hace nicho al *Reconocer*. Se reflexiona con el fin de ampliar el significado de lo que sucede, ampliar una mirada al nos-otros (identidad/alteridad) lo que podría favorecer el “entendernos mejor como personas y al mismo tiempo abrimos el camino para comunicarnos con el resto de nuestros semejantes, encontrar respuestas a nuestras inquietudes, nuestros deseos y necesidades” (Arboleda, 2015, p. 631).

Ámbito de solución de problemas (A2). Ámbito en el que el refinamiento de las prácticas de enseñanza promueve en el profesor el ser miembro de pleno derecho en una comunidad de profesores (Wenger, 2001) que reflexionan sobre las prácticas de enseñanza de las matemáticas, identifican situaciones problemáticas, proponen acciones para la solución de problemas, reciben y sistematizan la información, producen y verifican resultados desde un laboratorio de análisis. Este ámbito hace nicho al *Repensar*, guarda una relación directa con el proceso de reflexión, libera al sujeto de la actividad meramente impulsiva y puramente rutinaria, y le permite actuar deliberada e intencionalmente para alcanzar los objetivos de los que es consciente, a partir de una planificación; y así procurar un dominio de lo ausente y alejado del presente (Dewey, 1998). Este repensar es un proceso de indagación, observación e investigación.

Ámbito de cristalización (A3). Ámbito en el que desde el refinamiento de las prácticas de enseñanza se constituyen elementos teóricos, en el que se consolidan procesos de reflexión, se revisan hipótesis y posibles soluciones a los problemas construidos y se valoran instrumentos pertinentes con la didáctica que acoge diversidad de poblaciones que se encuentra en situación de vulnerabilidad educativa. Desde este ámbito se hace nicho al *Reconstruir*. “La reconstrucción no puede ser menos que la tarea de desarrollar, de formar, de producir (en el sentido literal de este vocablo) los instrumentos intelectuales que habrán de llevar de una manera progresiva” (Dewey, 1993, p. 27) a aquello que se desea complementar, fortalecer, enriquecer, etc.

Estructura de interacción y reflexión para la formación continuada de profesores de matemáticas

La Figura 3 ilustra la funcionalidad del sistema, configurado hipotéticamente, para la formación continuada de profesores a través de una estructura de interacción y reflexión entre los tres componentes: comunidades de práctica de profesores que enseñan matemáticas, ambientes de desarrollo profesional de profesores de matemáticas e infraestructura de soporte y desarrollo, los cuales favorecen la gestión de procesos en el sistema para la formación continuada de profesores de preescolar y básica primaria que enseñan matemáticas escolares.

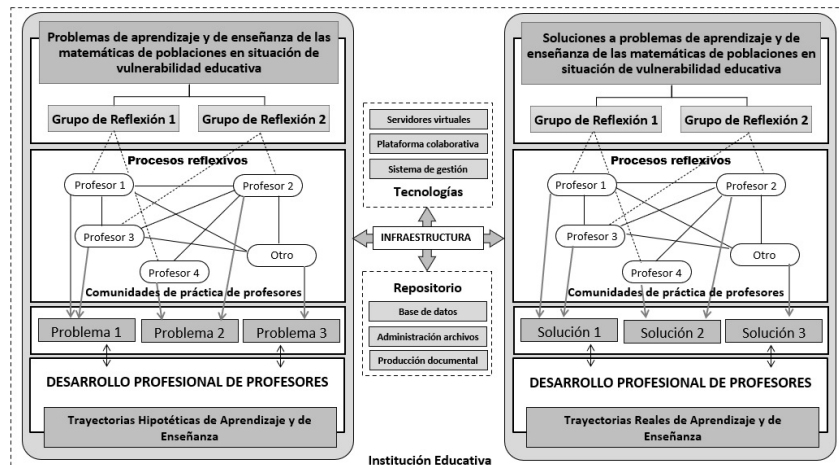


Figura 3. Funcionalidad entre los componentes: comunidad de práctica, desarrollo profesional de profesores e infraestructura de soporte y desarrollo. Nota: Fuente propia

Identificadas las situaciones problemáticas de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas, desde los espacios de discusión y reflexión en cada uno de las Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares, se intenta plantear posibles soluciones a las problemáticas construidas; donde los profesores son portadores de saberes y experiencias previas y en continuo aprendizaje profesional.

Este sistema para la formación continuada se configuró e implementó con 38 profesores de preescolar y básica primaria durante el 2020 y el primer semestre del 2021, época en la que se debió atender la contingencia generada por la pandemia de la COVID-19, con los cuales se conformaron nueve grupos de reflexión. La infraestructura de soporte y desarrollo junto con el sistema de interacción para la comunicación jugó un papel fundamental al favorecer espacios de discusión y reflexión entre los profesores. Específicamente, se utilizó la plataforma: Microsoft Teams. Se conforman grupos de reflexión, se cuenta con un repositorio documental y se pone en práctica algunas de las etapas del estudio de clase. Desde estos espacios de discusión y reflexión algunos grupos plantean un macro-problema que se formula a través de la siguiente pregunta: ¿Cómo darle continuidad institucional al proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares bajo las condiciones dadas por la pandemia? y un sistema de micro-problemas presentes en la práctica profesional del profesor de matemáticas, concebidos desde una trayectoria de análisis de situaciones problemáticas que reconocen precariedades en: la comunicación; las condiciones de la familia y la escuela; en el diseño de ambientes de

aprendizaje para estudiantes en situación de discapacidad y en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemáticas escolares que refieren a la ausencia del proceso de subitización en el desarrollo de la comprensión del número y la cantidad.

Estructurar el sistema para la formación continuada de profesores en escenarios naturales que incorpore procesos reflexivos sobre las prácticas de enseñanza de las matemáticas escolares como dispositivo para la discusión, el debate y el argumento sobre posibles soluciones a los problemas que plantea una educación matemática para todos implica construir una estructura, Comunidades de Práctica Profesional en la Enseñanza de las Matemáticas Escolares, que permita explorar y tejer relaciones desde la formulación de hipótesis para ver que tanto se soportan las prácticas de enseñanza de las matemáticas. Además, es necesario reconocer un carácter sistémico en los procesos reflexivos de los profesores desde el reconocer, repensar y reconstruir prácticas de enseñanza de las matemáticas.

Referencias y bibliografía

- Arboleda, J. (Ed.). (2015). *Innovaciones y educación para la paz. Simposio internacional de educación, pedagogía y formación*. Redipe.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales* (3ª ed.). Universidad de Buenos Aires.
- Checkland, P. (1993). *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*. LIMUSA, Noriega editores.
- Dewey, J. (1993). *La reconstrucción de la filosofía* (Vol. 49). Planeta-Agostini.
- Dewey, J. (1998). *Cómo Pensamos. Nueva exposición de la relación entre el pensamiento reflexivo y proceso educativo* (1ª ed.). Paidós.
- Feixas, G., De la Fuente, M., & Soldevilla, J. (2003). La Técnica de Rejilla como instrumento de evaluación y formulación de hipótesis clínicas. *Revista de psicopatología y psicología clínica*, 8(2), 153–172.
- Flores, I. (Ed.). (2004). ¿Cómo estamos formando a los maestros en América Latina? En *Encuentro internacional. El desarrollo profesional de los docentes en América Latina*. Programa de Educación Básica de la Cooperación Alemana al Desarrollo.
- Gil, D. (2019). *Una perspectiva sistémica para el estudio de los programas de formación de profesores de matemáticas (Tesis Doctoral)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Guevara, J., Cavanzo, G., & Quijano, A. (2019). *Modelo conceptual. Proyecto ACACIA* (P. Espitia (Ed.)). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Guisasola, J., Pintos, M., & Santos, T. (2001). Formación continua del profesorado, investigación educativa e innovación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 41, 207–222.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). Mc Graw Hill Education.
- León, O., Bonilla, M., Romero, J., Gil, D., Correal, M., Ávila, C., Bacca, J., Cavanzo, G., Guevara, J., Saiz, M., García, R., Saiz, B., Rojas, N., Peralta, M., Florez, W., & Márquez, H. (2014). *Referentes curriculares con incorporación de tecnologías para la formación del profesorado de matemáticas en y para la diversidad* (Á. López & M. Borja (Eds.); 1ª ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- León, O., Castiblanco, R., Bravo, F., Molano, G., Rocha, R., Lopes, M., Nevai, B., Alfonso, G., Romero, J., López, H., & Laguna, O. (2020). *Ambientes de aprendizaje accesibles que fomentan la afectividad en contextos universitarios* (O. León & J. Romero (Eds.); 1ª ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- León, O., Romero, J., Carranza, E., Sánchez, F., Suárez, W., Castro, C., & Gil, D. (2017). Arquitectura de validación de diseños didácticos para la formación de profesores de matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 235–260. <https://doi.org/10.17227/01203916.73rce233.258>
- Ossa, C. (2016). Teoría general de sistemas: conceptos y aplicaciones. En *Colección Textos Académicos Facultad Ciencias Ambientales UTP*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Palacio, L. (2004). Elementos para configurar un dispositivo de formación de maestros. *Revista Educación y Pedagogía*, XVI(40), 117–130.
- Vasco, C. (2014). Procesos, sistemas, modelos y teorías en la investigación educativa. En C. Mosquera (Ed.), *Perspectivas Educativas. Lecciones inaugurales* (pp. 25–79). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Villegas-Reimers, E. (2003). *Teacher professional development: Remote podcasting and metacognitive strategies*. International Institute for Educational Planning. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-8632-8.ch112>
- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Paidós.