

## ESCALAMIENTO EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Pedro Gómez y Marta Molina, Universidad de Granada

María José González, Universidad de Cantabria

### RESUMEN

*La comunidad de investigación en educación matemática se ha venido preocupando recientemente por el problema del escalamiento: el proceso de reproducir en gran escala experiencias innovadoras que, en contextos concretos, han demostrado ser eficaces para la mejora del rendimiento de los escolares en matemáticas. En este documento caracterizamos la noción de escalamiento, describimos cuatro proyectos de escalamiento en educación matemática, identificamos los elementos claves comunes a estos proyectos y reflexionamos sobre la problemática de diseñar e implementar este tipo de proyectos en el contexto de un país latinoamericano.*

### ABSTRACT

*The mathematics education research community has recently been concerned with the scaling-up problem: the process of taking an instructional innovation that has proved effective in supporting students' learning in a small number of classrooms and reproducing that success in a large number of classrooms. In this document we characterize the notion of scaling-up, describe four projects of this type in mathematics education, identify the key elements common to those projects and reflect on the problem of designing and implementing this type of projects in a Latin-American country.*

**Palabras clave:** Escalamiento; Formación de profesores; Política educativa; Rendimiento de los escolares.

---

Gómez, P., Molina, M., González, M.J. (2009). Escalamiento en Educación Matemática. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 237-246). Santander: SEIEM.

La investigación y la innovación en educación matemática han abordado diversas problemáticas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Una proporción muy importante de esta producción científica y técnica se ha centrado en problemas y situaciones muy concretas, como el aprendizaje de contenidos matemáticos específicos (en el caso de la investigación) o la evaluación de experiencias de enseñanza concretas en contextos específicos (en el caso de la innovación). Con excepción del trabajo en libros de texto y en la formulación de estándares, son contadas las ocasiones en las que la comunidad de investigadores en educación matemática ha abordado problemáticas “globales” de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (Adler y Jaworski 2009; Gómez, 1998). Con problemáticas globales nos referimos a los problemas a los que se enfrentan las administraciones regionales y nacionales cuando se preocupan por el rendimiento de los escolares en el área de las matemáticas.

Esta situación ha cambiado en los últimos años. Los resultados en los estudios internacionales comparativos en matemáticas como TIMMS y PISA han llevado a gobiernos de diferentes países y regiones a considerar, de manera específica, el problema de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y sus efectos en el rendimiento de los escolares. Esta preocupación por la especificidad de las matemáticas parece haber inducido a algunas administraciones a buscar la asesoría y el apoyo de expertos en educación matemática para abordar los problemas, en cambio de incluir las matemáticas dentro de una estrategia global similar para todas las áreas.

Por otro lado, la experiencia con los estándares en los Estados Unidos ha puesto de manifiesto las dificultades para que estrategias curriculares a nivel nacional se puedan implementar en un número suficiente de aulas. Con estas estrategias, “aunque, en ocasiones, la superficie del océano curricular parece haber sido azotado por un maremoto, más abajo, en las profundidades, la vida curricular continúa sin perturbaciones” (Kilpatrick, 2009, p. 110). Algo similar ha venido sucediendo con estrategias como, por ejemplo, la introducción de libros de texto adaptados a los estándares curriculares y las nuevas tecnologías (Penglase y Arnold, 1996). La experiencia muestra que las innovaciones que han perseguido afectar significativamente las concepciones de los docentes acerca del conocimiento y el papel de los alumnos en su aprendizaje y el modo en que estas concepciones se manifiestan en la práctica docente o que han buscado modificar sustancialmente la distribución de responsabilidades, comunicación y relaciones entre los docentes y los alumnos, han llegado a penetrar sólo en una pequeña proporción de las escuelas y por un corto periodo de tiempo (Elmore, 1996).

En cuanto a la formación de profesores, los esquemas de formación permanente tienden a centrarse en el conocimiento matemático y pedagógico, sin tener necesariamente en cuenta el contexto social, cultural e institucional en los que tiene lugar la práctica docente. La consideración de los problemas concretos del aula debe ser un objetivo central de la formación permanente. Pero la transferencia de las soluciones locales a otros contextos, con una perspectiva de mejora global, tampoco debe ignorarse (Tatto, Lerman y Novotna, 2009). Estos procesos de transferencia entre lo local y lo global son el objeto de estudio cuando se habla de escalamiento.

En algunos países —como Estados Unidos, Austria y Corea del Sur, por ejemplo— se están desarrollando proyectos de escalamiento para abordar de manera global la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Estos proyectos han sido promovidos en su gran mayoría por las administraciones regionales

y nacionales, involucran a investigadores en educación matemática y son específicos a las matemáticas.

En este documento, introducimos la idea de escalamiento en educación matemática, presentamos una breve revisión de literatura sobre el tema, describimos algunos de los proyectos de escalamiento que se están realizando en la actualidad en el área de las matemáticas, identificamos sus principales características y concretamos estas ideas para el caso de las preocupaciones actuales del Ministerio de Educación Nacional de Colombia.

## ESCALAMIENTO

La literatura de investigación sobre el escalamiento es relativamente reciente. Con escalamiento nos referimos a lo que en inglés se conoce como “scaling-up” y que Stringfield y Datnow (1998) definen como “la expansión deliberada a muchos contextos escolares de un diseño externo de reestructuración de las escuelas que ha sido previamente exitoso en uno o pocos contextos escolares” (p. 271). En otras palabras, el término escalamiento se refiere al proceso en virtud del cual experiencias piloto exitosas se extienden con el propósito de implantarlas en un gran número de contextos.

### **El Escalamiento como una Noción con Varias Dimensiones**

La definición de Stringfield y Datnow expresa el significado más común que sobre la noción de escalamiento se encuentra en la literatura. No obstante, en su extensa revisión, Coburn (2003) establece que, para que el escalamiento tenga posibilidades de ser exitoso, la noción se debe conceptualizar en varias dimensiones: (a) profundidad, (b) desarrollo sostenible, (c) cobertura y (e) cambio en la percepción de propiedad del proyecto. A continuación describimos cada una de ellas.

#### *Profundidad*

La profundidad de un proyecto de escalamiento se refiere a la medida en la que el cambio propuesto logra tener un impacto profundo en la práctica del aula. Es decir, hasta qué punto el cambio va más allá de estructuras superficiales o procedimientos y en qué medida afecta las visiones de los profesores, las normas de interacción social y los principios pedagógicos y didácticos con base en los que se implementa el currículo (Coburn, 2003, p. 4).

#### *Desarrollo Sostenible*

Son innumerables los proyectos que, al pretender expandir una experiencia piloto, desaparecen a los dos o tres años de haberse iniciado (Datnow, 2002; Elmore, 1996; Hatch, 2000). La idea de desarrollo sostenible aborda esta problemática. Coburn (2003) considera que el desarrollo sostenible de un proyecto está fuertemente ligado a su profundidad. Por esta razón formula dos preguntas a este respecto: (a) ¿cuáles son las estrategias que pueden desarrollar y mantener la profundidad del cambio por parte de los profesores? y (b) ¿cuáles son las condiciones claves que se deben introducir en las escuelas y las administraciones para apoyar y mantener el cambio en el aula a lo largo del tiempo? (p. 5).

Lerman y Zehetmeier (2007) abordan estas preguntas para el caso de las matemáticas y la formación de profesores y proponen diversas condiciones para el desarrollo sostenible, que se relacionan con las dimensiones propuestas por Coburn. En

particular, Lerman y Zehetmeier sugieren que la implementación del proyecto debe (a) realizarse de tal forma que los participantes lo perciban como propio; (b) promover la indagación de los profesores; (c) centrarse en problemas y contenidos concretos, con un énfasis en el conocimiento pedagógico de contenido de los profesores y buscando la generación de materiales; (d) concebirse a largo plazo, con sistemas de seguimiento y evaluación concisos y medibles; y (e) lograr el apoyo permanente de las administraciones.

En conexión con estas dimensiones, a partir del análisis de estrategias de reforma a gran escala que no han tenido un desarrollo sostenible, Elmore (1996) destaca la necesidad de crear estructuras que conecten a los profesores y promuevan su interacción en torno a problemas emergentes de la práctica educativa y de establecer sistemas de incentivos vinculados a normas externas —no al ambiente de trabajo cotidiano— sobre la “buena” práctica docente que se persigue. De este modo el proyecto podrá trascender más allá de los profesores altamente motivados por reformar su práctica docente, lo que hace referencia a la cobertura del proyecto.

### *Cobertura*

La idea de cobertura está en el centro del significado tradicional de escalamiento. Pero, de nuevo, lo importante no es solamente llegar a muchas escuelas, sino lograr que el cambio que se realice en ellas tenga profundidad (Coburn, 2003, p. 6).

### *Cambio en la Propiedad del Proyecto*

Para que el proyecto de escalamiento tenga éxito (en profundidad, desarrollo sostenible y cobertura) es necesario que los participantes lo perciban como propio. En cada contexto escolar, el proyecto debe convertirse en un reto “interno” en la búsqueda del cambio. Este compromiso lo deben asumir las administraciones, las escuelas, los directivos y los profesores (Coburn, 2003, p. 7).

## **Proyectos de Escalamiento en Educación Matemática**

La mayor parte de la literatura sobre escalamiento es genérica y no se refiere a áreas de conocimiento específicas. Esta literatura la producen, en general, investigadores en política educativa. No obstante, recientemente la comunidad de investigadores en educación matemática se ha comenzado a preocupar por el tema. Esta situación se pone de manifiesto, por ejemplo, en la inclusión de un panel plenario sobre este tema en el último Congreso Internacional en Educación Matemática (Clarke, Cobb, Bartolini Bussi, Rojano y Li, 2008).

Es en el área específica de la formación de profesores, en la que actualmente se está trabajando con más intensidad en la problemática del escalamiento. El argumento para ello se centra en la conexión del conocimiento y las creencias del profesor con su práctica docente, y el impacto de esta práctica docente en el aprendizaje y el rendimiento de los escolares (Lerman y Zehetmeier, 2007, p. 144; Pegg y Krainer, 2007, p. 256).

### *Cuatro Proyectos de Escalamiento en Formación de Profesores de Matemáticas*

Pegg y Krainer (2007) describen cuatro proyectos de escalamiento en Austria, Ohio (Estados Unidos), Australia y Corea del Sur. Estos proyectos se centran en generar experiencias de aprendizaje para los profesores de matemáticas a través de estrategias

que buscan lograr cobertura y desarrollo sostenible. A continuación, describimos brevemente estos cuatro proyectos.

*Austria.* Con motivo de los bajos resultados obtenidos en TIMMS para bachillerato, el gobierno de Austria se preocupó por la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el país. Se encontraron con una situación en la que había investigadores e innovadores trabajando aisladamente y con mucha autonomía. Por este motivo, crearon el IMST (Innovations in Mathematics and Science Teaching), un proyecto que se basa en el establecimiento de redes para promover la reflexión y la innovación con base en el trabajo en equipo. Se busca promover, diseminar y analizar en red, proyectos de innovación en las escuelas y proporcionar recomendaciones para el apoyo de un desarrollo sostenible de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y las ciencias. Concretamente han apoyado más de 150 proyectos de innovación. En el IMST se enfatizan las tres “Cs”: contenido, comunidad y contexto (Krainer, 2002; Krainer, 2006). El proyecto mantiene un seguimiento de su desarrollo y realiza evaluaciones de su impacto y cobertura (Müller, Andreitz, Hanfstingl y Krainer, 2007).

*Ohio.* En Estados Unidos, los estados son los responsables de las mejoras en las prácticas de enseñanza y en el aprendizaje de los escolares. Éste es el caso del proyecto Discovery, en el estado de Ohio. Su propósito es mejorar el conocimiento matemático y científico de los escolares a través de formar formadores y generar un equipo de profesores capaces de introducir el aprendizaje por indagación en el aula. El proyecto promueve la interacción entre profesores y padres de familia. El proyecto SUSTAIN que sucede a Discovery promueve la asociación de las universidades y las escuelas en el desarrollo de métodos para la enseñanza basada en la indagación.

*Australia.* En el caso de Australia, la preocupación se centra en promover y mejorar la calidad de la educación en las escuelas rurales, dados los bajos resultados de los escolares de esas zonas en los estudios nacionales e internacionales. El proyecto está coordinado en la Universidad de Nueva Inglaterra por el centro nacional SiMMER (Science, Information and Communication Technology, and Mathematics Education for Rural and Regional Australia) e involucra a diversas universidades de la geografía australiana en un modelo colaborativo en el que participan académicos de todos los estados. En este proyecto se han generado más de 120 iniciativas de innovación e investigación con implicaciones prácticas en las escuelas.

*Corea del Sur.* En Corea del Sur la preocupación también se centra en la educación rural, con motivo de los esfuerzos de descentralización del gobierno de ese país que ha asignado más de mil millones de dólares a un conjunto de proyectos que se conocen como la Nueva Universidad para la Innovación Rural. Se incluyen proyectos en el área de matemáticas, centrados en la formación de profesores, con el propósito de cerrar la brecha en el conocimiento matemático de los escolares de las áreas urbanas y las zonas rurales.

## LOS ELEMENTOS CLAVE

En esta sección buscamos establecer los elementos clave comunes de los proyectos de escalamiento. Utilizamos para ello ideas que surgen de la literatura general sobre escalamiento y de los proyectos antes descritos.

El foco y la motivación de estos proyectos es el rendimiento de los escolares en matemáticas. Por tanto, el primer bloque de elementos clave es el relacionado con la

variedad de factores que afectan a dicho rendimiento en el entorno del aula. Dentro de ellos, se asigna un valor trascendental a las prácticas de los profesores, que están afectadas por un contexto social y cultural, en el entorno de una escuela y dentro del marco de un currículo nacional. También se toman en cuenta las competencias, el conocimiento y las creencias del profesor como factores determinantes de sus prácticas. Los proyectos suelen utilizar estos factores para caracterizar el sentido que pretenden dar a la mejora del rendimiento de los escolares. Por ejemplo, si lo que se desea es que los escolares desarrollen aprendizaje con comprensión (*learning with understanding*) los proyectos describen los indicadores que permiten evaluar la mejora en esos términos y caracterizan las prácticas de los profesores que conducen a este tipo de aprendizaje (Carpenter et al., 2004).

El modo de conseguir que los profesores se impliquen en el desarrollo de las prácticas pretendidas también es un aspecto central. A este respecto, es importante señalar que en general el propósito de los proyectos no es ofrecer soluciones previamente diseñadas para problemas definidos con anticipación. Lo que se busca es que los agentes implicados —profesores y directivos— puedan identificar, abordar y resolver los problemas que ellos consideran relevantes desde la perspectiva del rendimiento matemático de los escolares. Esto nos conduce a un segundo bloque de elementos clave que es el relacionado con el establecimiento de una infraestructura adecuada a este propósito. Esta infraestructura gira alrededor de tres ideas centrales —la comunicación, la colaboración y la asociación (Pegg y Krainer, 2007)— y centra su atención en el aprendizaje organizacional de la escuela (Cobb y Smith, 2007; Kazemi, 2007), el trabajo en equipo de los profesores y la constitución de redes en las que participan, profesores, directivos, expertos universitarios, administraciones locales, regionales y nacionales, asociaciones, padres de familia y la sociedad en general (Krainer, 2003). Estos aspectos condicionan el desarrollo del proyecto en el mediano y largo plazo. Un esquema de funcionamiento habitual toma como punto de partida la escuela, en la que se motiva a la administración local y a los directivos y profesores para que se configuren comunidades de práctica que promuevan el trabajo en equipo de los profesores. Cada red regional es coordinada por una universidad y la correspondiente administración regional que proporcionan la infraestructura física e informática y que pone a disposición de escuelas, profesores expertos universitarios en las diferentes áreas que requieran. La red nacional es coordinada por otra universidad y por la administración nacional. Las redes buscan promover la comunicación, colaboración y asociación de los diferentes actores. Estas ideas se esquematizan en la Figura 1<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En esta figura utilizamos las siguientes abreviaturas: CCA: comunicación, colaboración y asociación; Es: escolares; MEN: Ministerio de Educación; Ps: profesores.

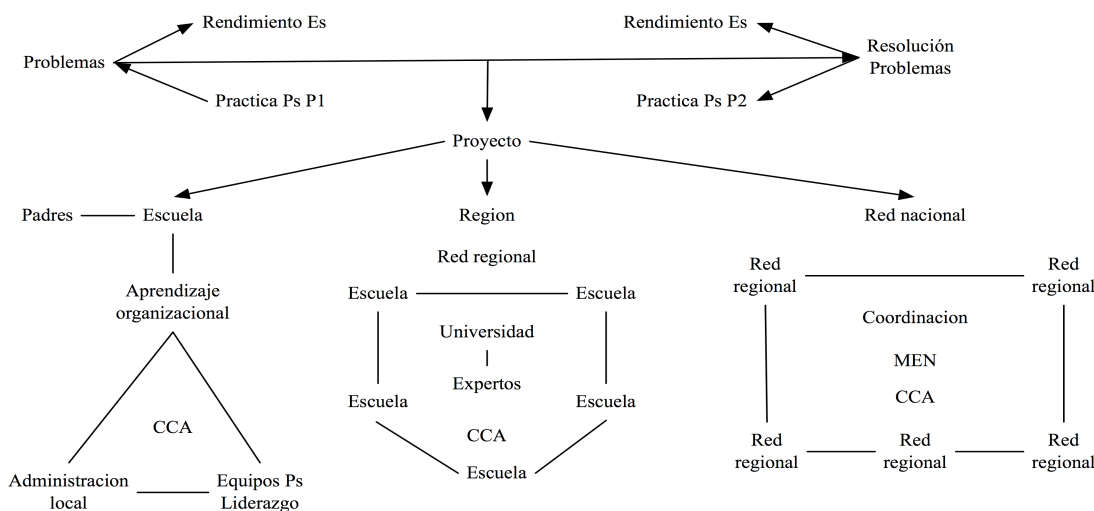


Figura 1. Los proyectos en el mediano y largo plazo

Dentro del esquema anterior cabe destacar un conjunto de elementos clave, que son los relacionados con el capital humano encargado de establecer las conexiones entre los distintos contextos afectados por el proyecto. En este sentido, el cambio se conceptualiza desde la perspectiva del aprendizaje organizacional y las comunidades de práctica. Se espera que las escuelas promuevan el cambio al motivar el aprendizaje colectivo de los profesores, apoyando la indagación profesional para la resolución de los problemas del aula. El director y el jefe del departamento de matemáticas del centro educativo juegan un papel central, al convertirse en el enlace inter-centros y al colaborar en la configuración de una visión global compartida de los objetivos a mediano y largo plazo y en el desarrollo de responsabilidades y compromisos mutuos por parte de todos los agentes participantes.

## EL CASO DE COLOMBIA

Colombia es uno de los países donde la problemática del escalamiento es de actual relevancia debido al interés manifiesto por abordar el problema de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas de manera específica, surgido a partir de los resultados negativos de los recientes estudios internacionales comparativos en matemáticas. Dichos resultados han generado la disposición de la administración nacional —el Ministerio de Educación Nacional— y de las administraciones regionales y locales —las secretarías de educación— para promover proyectos que aborden en el mediano y largo plazo esta problemática. El interés de la empresa privada y las organizaciones no gubernamentales nacionales y extranjeras por la educación hacen pensar que, desde el punto de vista financiero, un proyecto de esta envergadura sería posible. Estas inquietudes surgen tras cambios importantes ocurridos en la educación en los últimos diez años que han hecho a la sociedad colombiana consciente de la importancia de la educación como eje central del desarrollo social en el largo plazo.

Aunque haya manifestaciones claras de voluntad política para proyectos de escalamiento y se perciban evidencias de posibilidades de financiación para este tipo de proyectos, su diseño, implementación, desarrollo y sostenimiento debe abordar gran diversidad de dificultades y restricciones, con sus correspondientes retos, que consideramos brevemente a continuación.

Aunque el número de doctores colombianos en educación matemática ha crecido sustancialmente en los últimos diez años, la comunidad de especialistas en el área sigue siendo muy pequeña para las necesidades del país. Esta situación se hace aún más patente si se tiene en cuenta que un número importante de los doctores colombianos han dedicado y están dedicando buena parte de su tiempo a sacar adelante un programa de doctorado interinstitucional y que la mayoría de los doctores se concentran en las grandes ciudades. Esto implica que las regiones donde sería deseable configurar redes de escuelas son precisamente aquellas donde hay menor número de expertos. La mayoría de ellos tienen su ámbito concreto de acción e influencia, con sus propios intereses y preocupaciones, lo que dificulta lograr un consenso para desarrollar un proyecto común de envergadura. El reto consiste por lo tanto en diseñar e implementar estrategias que comprometan a los especialistas y logren que ellos consideren el proyecto como suyo.

Esta dificultad no parece ser el caso para los profesores y directivos de los centros escolares. De acuerdo con la experiencia de uno de los autores, en la mayoría de las regiones se encuentran profesores y directivos comprometidos con su trabajo y deseosos de asumir retos que lleven a mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Todo proyecto de escalamiento involucra a un gran número de personas e instituciones que se organizan y trabajan abordando los problemas locales, pero con una meta y unos propósitos comunes. Esto implica un reto para la logística y gestión del proyecto para el que hay pocas experiencias en el contexto colombiano. El proyecto Pequeños Científicos en enseñanza de las ciencias a través de la indagación en la educación primaria es la excepción que confirma la regla (Carulla, Duque, Molano y Hernandez, 2007).

Aunque en la actualidad exista una voluntad política, esta puede desaparecer con un próximo cambio de gobierno a comienzos de la segunda mitad de 2010. El reto en este caso consiste en tener diseñado, financiado e implementado para esa época un proyecto que satisfaga los intereses y metas del gobierno actual y cuya permanencia no dependa de los cambios gubernamentales futuros.

Algo similar puede suceder con la financiación. La crisis económica actual puede reducir las posibilidades de este tipo de apoyo. El reto consiste por lo tanto en lograr compromisos permanentes a lo largo de varios años.

*Agradecimientos:* Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Agradecemos a los dos revisores por sus contribuciones a la mejora de este trabajo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Adler, J., Jaworski, B. (2009). Public writing in the field of mathematics teacher education. En R. Even y D. Ball (Eds.), *The professional education and development of teachers of mathematics. The 15th ICMI Study* (pp. 249-254). Dordrecht: Springer.
- Carpenter, T. P., Blanton, M. L., Cobb, P., Franke, M. L., Kaput, J., & McCain, K. (2004). Scaling up innovative practices in mathematics and science. Madison: University of Wisconsin-Madison, National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science. Descargado el 16 de Mayo de 2009 de <http://ncisla.wceruw.org/publications/reports/NCISLARreport1.pdf>
- Carulla, C., Duque, M., Molano, A., Hernandez, J. (2007). Trends in Pre-College Engineering and Technology Education and the Pequeños Científicos Program. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 9-14.
- Clarke, D., Cobb, P., Bartolini Bussi, M., Rojano, T., Li, S. (2008). What do we need to know? Does research in mathematics education address the concerns of practitioners and policy makers? Trabajo presentado en 11th International Congress on Mathematical Education, Monterrey, México.
- Cobb, P., Smith, T. (2007). District development as a means of improving mathematics teaching and learning at scale. En K. Krainer y T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education* (Vol. 3, pp. 231-253). Rotterdam: Sense Publishers.
- Coburn, C. E. (2003). Rethinking Scale: Moving Beyond Numbers to Deep and Lasting Change. *Educational Researcher*, 32(6), 3-12.
- Datnow, A. (2002). Can We Transplant Educational Reform, and Does It Last? *Journal of Educational Change*, 3(3), 215-239.
- Elmore, R. F. (1996). Getting to scale with successful educational practices. En S. H., Fuhrman y J. A. O'Day (Eds.), *Creating educational incentives that work* (p. 284-329). San Francisco: Josey-Bass Publishers.
- Gómez, P. (1998). Investigación en educación matemática en países en desarrollo. En UCV (Ed.), *Memorias - III Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (pp. 65-73). Caracas: UCV.
- Hatch, T. (2000). What Does It Take To "Go To Scale"? Reflections on the Promise and the Perils of Comprehensive School Reform. *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*, 5(4), 339-354.
- Kazemi, E. (2007). School development as a means of improving mathematics teaching and learning. En K. Krainer y T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education* (Vol. 3, pp. 209-230). Rotterdam: Sense Publishers.
- Kilpatrick, J. (2009). The mathematics teacher and curriculum change. *PNA*, 3(3), 107-121.

- Krainer, K. (2002). Innovations in mathematics, science and technology teaching (IMST2). En M. Borovcnik y H. Kautschitsch (Eds.), *Technology in mathematics teaching. Proceedings of ICTMT5 in Didaktik der Mathematik* (pp. 229-234). Vienna: ÖBV & HPT.
- Krainer, K. (2003). Teams, Communities & Networks. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6(2), 93.
- Krainer, K. (2006). How can schools put mathematics in their centre? Improvement= content+ community+ context. En J. Novotná, H. Moraová, M. Krátká y N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 84–89). Prague, Czech Republic: Faculty of Education, Charles University in Prague.
- Lerman, S., Zehetmeier, S. (2007). Face-to-face communities and networks of practising mathematics teachers. Studies on their professional growth. En K. Krainer y T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education* (Vol. 3, pp. 133-153). Rotterdam: Sense Publishers.
- Müller, F. H., Andreitz, I., Hanfstingl, B., Krainer, K. (2007). Effects of the Austrian IMST Fund of instructional and school development. Some results from the school year 2006. En *European Association for Research On Learning and Instruction (EARLI): 12th Biennial Meeting Conference*. Budapest, Hungary.
- Pegg, J., Krainer, K. (2007). Studies on regional and national reform initiatives as a means to improve mathematics teaching and learning at scale. En K. Krainer y T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education* (Vol. 3, pp. 255-280). Rotterdam: Sense Publishers.
- Penglase, M., Arnold, S. (1996). The Graphics Calculator in Mathematics Education: A Critical Review of Recent Research. *Mathematics Education Research Journal*, 8(1), 58-90.
- Stringfield, S., Datnow, A., Ross, S., Snively, F. (1998). Scaling up school restructuring in multicultural, multilingual contexts: Early observations from Sunland County: Center for Research on Education, Diversity & Excellence, University of California, Santa Cruz.
- Tatto, M. T., Lerman, S., Novotna, J. (2009). Overview of teacher education systems across the world. En R. Even y D. Ball (Eds.), *The professional education and development of teachers of mathematics. The 15th ICMI Study* (pp. 15-23). Dordrecht: Springer.