



Los recursos pedagógicos en la enseñanza de la geometría

Diego **Garzón** Castro
Universidad del Valle – Instituto de Educación y Pedagogía
Colombia
diego.digar27@gmail.com
Myriam Belisa **Vega** Restrepo
Universidad del Valle – Instituto de Educación y Pedagogía
Colombia
myvega43@gmail.com

Resumen

Con el impulso de la perspectiva instrumental y los desarrollos de la didáctica fundamental, ha habido el reciente surgimiento y desarrollo dinámico de la noción de **recursos pedagógicos**, noción que nos proponemos aprovechar como unidad de análisis investigativo y como unidad de organización y pauta para la formación inicial y de desarrollo profesional de profesores de matemáticas. Para ello, avanzamos en una investigación (Contrato 110648925213 COLCIENCIAS-Universidad del Valle) para, en primer momento, caracterizar desde las perspectivas didáctica y curricular las relaciones entre los recursos pedagógicos y el conocimiento geométrico que el maestro pone en acto en el aula de clase de matemáticas. Entrevistas a 15 profesores muestran, por un lado, el paralelismo entre la geometría propuesta por los lineamientos y los estándares curriculares colombianos y la propuesta por los profesores en sus aulas y, por el otro, el carácter incidental de la búsqueda y apropiación de los recursos pedagógicos.

Palabras clave: recurso pedagógico, análisis instrumental, formación de profesores, educación básica, enseñanza de la geometría

Presentación

La noción de recursos pedagógicos es joven y, como tal, varía y se desarrolla con gran dinamismo y vitalidad. Surge y permanece en el campo de la didáctica de las matemáticas impulsada desde la perspectiva instrumental y los desarrollos de la didáctica fundamental. A la fecha podemos reconocer tres trayectorias importantes de su desarrollo, las cuales, lejos de pretender una unificación, propenden más bien por sondear las posibilidades que esta noción puede tener como unidad de análisis investigativo y como unidad de organización y pauta para la formación inicial y de desarrollo profesional de profesores de matemáticas. Una cuarta trayectoria es la que pretendemos fundamentar con la investigación en curso *Caracterización de los vínculos entre los Recursos Pedagógicos y el Conocimiento Matemático en la Enseñanza de*

las Matemáticas en la Educación Básica, cuya particularidad o novedad tiene tres fuentes: de un lado, la ampliación del campo de reflexión pedagógica de la perspectiva instrumental incluyendo mediadores tradicionales además de los informáticos, de otro, la inclusión y/o articulación de los aspectos discursivos y comunicativos con los cuales tales recursos llegan al aula y, finalmente, la selección de la geometría elemental como campo afín a las prácticas y experiencias investigativas del equipo de investigación.

Sobre los recursos pedagógicos

De acuerdo con las muy recientes conceptualizaciones que se han avanzado de los recursos pedagógicos, éstos se diferencian de los materiales y de las guías de las que tradicionalmente se han servido los profesores de matemáticas, en que no se consideran terminados y listos para su implementación o uso, sino que constituyen un proceso vivo y permanente de transformación de las propuestas de enseñanza procedentes de los investigadores, de las editoriales o de los educadores mismos. Así, habrían de entenderse como los "re-cursos" que toman las propuestas pedagógicas elaboradas por otros gracias a las adaptaciones y ajustes que cada maestro haga en concordancia con o al tenor de los requerimientos específicos de su grupo de estudiantes en particular y de su propia interpretación y concepciones; adaptaciones y ajustes discutidos y defendidos, en lo posible, con sus pares y otros miembros de la comunidad de educadores matemáticos y, así mismo, en lo posible, documentados y vertidos en material escrito u otro tipo de escenario de uso para facilitar su tránsito hacia otras aulas y otras instituciones educativas. En este sentido, los recursos pedagógicos y las comunidades de práctica serían consustanciales.

En el marco de la investigación en curso hemos logrado avanzar una lectura de las prácticas habituales de documentación y/o referenciación de las actividades que los profesores proponen para las clases de geometría que nos muestra, por el lado, la riqueza que brinda la noción de recurso pedagógico para su análisis e interpretación y, por el otro, la necesidad de atemperar tal noción a las condiciones de funcionamiento de las instituciones educativas colombianas. Lo uno y lo otro redunda en reflexiones en torno a la formación que estamos brindándole a los maestros de matemáticas.

Guin y Trouche (2007) describen los recursos pedagógicos bajo tres componentes: un conjunto de documentos, la situación matemática, el aprovechamiento didáctico. Para el estudio de los recursos en tanto que documentos, los autores consideran, por un lado, los *escenarios de uso* que caracterizan la organización de una secuencia de situaciones con una estructura en la que se toma en consideración además de la situación, la mediación de un artefacto en la actividad de los profesores y los estudiantes y, por el otro, que el recurso pedagógico es un *artefacto* que está a disposición del profesor, susceptible de evolución. Cuando considera los recursos como artefactos, lo hace con base en los planteamientos de Rabardel (1995) según los cuales los instrumentos no existen *a priori* sino que son construidos por el usuario cuando se los apropia y los integra a su actividad, característica que hace extensiva a los recursos pedagógicos. Es central en la conceptualización de Trouche la *comunidad de práctica* en tanto y en cuanto para él es consustancial con su concepción de los recursos el trabajo colaborativo de los profesores.

Gueudet y Trouche (2009) profundizan su concepción del recurso como documento haciendo aún más estrecho su vínculo con los planteamientos de Rabardel (1999) al ampliar y enriquecer su campo de aplicación en tres direcciones: hacia el conjunto de los recursos de la actividad docente de los profesores, hacia el sujeto profesor y, por último, tomando en cuenta los procesos colectivos o génesis comunitarias. En esta última etapa del desarrollo del concepto de

recurso por parte del equipo de investigación liderado por Trouche, se amplía el campo semántico de la expresión “documento”, que se ha venido usando en términos de producto, incluyendo la actividad de documentación, esto es, la acción que hace el profesor de documentarse. Como resultado de este avance, el objeto de sus investigaciones se centra ahora en el estudio de la estructura y la dinámica del *sistema de documentos* que soportan y orientan la actividad docente del profesor.

Por su lado Haspekian y Artigue (2007) se acercan a la conceptualización de los recursos pedagógicos a partir del estudio de la integración en la enseñanza de las matemáticas de artefactos informáticos diseñados no para tal fin sino para apoyar o ayudar en otras actividades profesionales, como es el caso de las hojas de cálculo. En este sentido, las autoras se proponen el análisis de los recursos profesionales importados por los profesores para su acción educativa con nuevas maneras de entender y dimensionar la génesis instrumental en relación con la formación docente, para lo cual se basan en la teoría antropológica de lo didáctico. Insisten en la necesidad de reconocer nuevas praxeologías matemáticas instrumentadas distintas a las tradicionales o habituales en los contextos culturales e institucionales particulares y consideran que uno de los factores que condicionan, o pueden condicionar, los procesos de integración de artefactos en el ámbito escolar es lo que denominan *distancia instrumental*, noción que definen como institucional y culturalmente situada y que le otorga legitimidad didáctica al instrumento. La metodología que implementan en sus investigaciones y propuestas es una ingeniería exploratoria.

Para caracterizar la *distancia instrumental*, han considerado necesario el diseño de algunos criterios vinculados con la transposición informática de los objetos y los saberes: naturaleza de los objetos, posibilidades de acción sobre esos objetos, diversos registros semióticos asociados a esos objetos y acciones, etc. Tales criterios intervendrán según como se traten en las praxeologías matemáticas, generando o haciendo posibles nuevas tareas y técnicas asociadas, permitiendo nuevas técnicas para tareas ya existentes, dando acceso a nuevos lenguajes y tipos de discurso para explicar y justificar las técnicas o, por el contrario, para hacer más difíciles la resolución de algunas tareas, el funcionamiento de alguna técnica o menos visibles las razones de su eficacia.

La tercera trayectoria intelectual identificada en relación con los recursos pedagógicos es la que vienen impulsando Hegedus y Moreno-Armella (2010) quienes amplían la manera de entender el artefacto en la génesis instrumental, en particular en los procesos de instrumentación e instrumentalización asociados a diferentes niveles de la orquestación instrumental (Rabardel, 1995) y a la clasificación de los artefactos que presenta Wartofsky (citado por Trouche, 2005). Wartofsky distingue los artefactos en: primarios, que corresponden al dispositivo que es usado (robot, interface, simulador, etc.); secundarios, que se configuran con base en las representaciones que el usuario se hace de los artefactos primarios tanto como en los modos de acción para su uso; terciarios, constituidos por los expertos quienes los usan tanto para situaciones simuladas como para aquellas en que son dominantes métodos reflexivos y de autoanálisis de la propia actividad o de la actividad colectiva.

Hegedus y Moreno-Armella comparten con los grupos de investigación antes mencionados el interés por analizar la actividad docente del profesor desde la óptica de los recursos en que se apoyan y despliegan en el salón de clases. Para ellos, los artefactos terciarios constituyen recursos pedagógicos aún no estudiados suficientemente. Su propuesta consiste en incluir como artefacto terciario las teorías (de las matemáticas que enseñan, pedagógicas y didácticas) que subyacen a la acción docente del profesor, con el interés de develar la naturaleza de la mediación educativa que tales teorías tienen. Para el análisis de los mecanismos de mediación de las teorías,

introducen como unidad de análisis la zona de desarrollo próximo del artefacto y la co-acción (característica de la actividad humana mediada por artefactos).

Y bien, en el espíritu de lo expresado por Lagrange (en Guin, D ; Ruthven, K; Trouche, L. (eds.) 2004) en los albores de la noción de recurso pedagógico, las distintas trayectorias investigativas mencionadas comparten el interés de conceptualizar *recurso pedagógico* como lo que subyace, sustenta o a lo que apela el maestro para diseñar y orientar su actividad docente en el salón de clases cuando incluyen artefactos informáticos. En nuestra consideración, la novedad de los artefactos digitales ha sido el acicate para destacar en el escenario educativo aspectos pedagógicos que, aunque siempre han estado presentes, antes resultaban opacos quizá por su obiedad: en particular nos referimos a las elecciones e implementación de documentos, materiales o dispositivos didácticos que en el día a día hacen los maestros para llenar de contenido y dar un sentido particular a su gestión educativa, y que expresan en cada una de sus clases la producción y/o reelaboración de los referentes documentales o de las tradiciones institucionales o de los trabajos en equipo que ellos toman para su diseño y orientación.

Como Trouche retomamos los planteamientos de Rabardel (1999) respecto a que los instrumentos no son previos sino construcciones del usuario en el momento mismo de su implementación, por lo cual para nosotros la connotación principal de recursos pedagógicos es el *uso* (por parte del profesor y por parte de los estudiantes) en el salón de clases; y a diferencia de Trouche, consideramos que si bien el sentido que toman los recursos pedagógicos puede estar pautado por las representaciones que el maestro se haga de ellos, resulta siendo determinado por las enunciaciones y los modos de referencia y significación al ser incluidos en actos lingüísticos o, en general, en el discurso educativo del profesor. Es así como, en una primera aproximación, aún tentativa o provisional, entendemos como *recurso pedagógico* a lo que congrega en una sola unidad de análisis el uso de los materiales, artefactos educativos o documentos que los maestros traen a clase y los actos discursivos en los cuales aquellos toman un sentido y significación particulares.

Como lo expresó Austin (1982), asumimos que las palabras más que decires son haceres, esto es, acciones adaptadas a un fin que obedecen a una intención de la cual, quien la realiza, se hace responsable (Gómez, 2007). En este sentido, el discurso educativo es conformado por actos lingüísticos que el profesor asume con la intención de producir cambios en el conocimiento y las formas de pensar de aquellos a quienes están dirigidas. Ahora, al comprender con Vygotski (1991) que el conocimiento se produce en relaciones intersubjetivas y se mueve en una zona de desarrollo próximo, extendemos los planteamientos austinianos para el estudio y comprensión del papel central de la conversación en el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas de manera análoga a como otros investigadores han hecho lo propio entre la teoría de la acción lingüística de Habermas y la teoría sociocultural del conocimiento (Schleppegrell, 2004; Chapin, O'Connor & Canavan Anderson, 2003; Christie, 2002) o la teoría de los juegos del lenguaje de Wittgenstein y la teoría sociocultural del conocimiento (Sfard, 2008a), así mismo, tomamos como referencia la propuesta de enseñanza de las matemáticas elaborada por Clare Lee (2010) quien retoma las reflexiones sobre el lenguaje en la educación de Cazden (1986) y Pimm (2003).

Aproximación metodológica

En el propósito de derivar beneficios para la formación de educadores matemáticos, a más del enriquecimiento de la conceptualización de los recursos pedagógicos comentado anteriormente, optamos por acogernos al rigor de la investigación cualitativa. Sobre ésta,

Creswell (2007) destaca cómo su uso está asociado con la necesidad de desarrollar teorías cuando las existentes son del todo o parcialmente inadecuadas para ciertas poblaciones o existen teorías que no capturan la complejidad del problema objeto de estudio. En nuestro caso, la indagación respecto a las concepciones y prácticas referidas a los recursos pedagógicos en nuestro contexto cultural, tiene como alternativa metodológica la configuración de una estructura de análisis que permita la articulación de un marco teórico complejo con la variabilidad de la formación y compromiso de los profesores al enseñar geometría. Nuestro interés es discriminar y determinar las unidades de análisis que permitan dar cuenta de los recursos pedagógicos en acto, incluidos los actos lingüísticos, de manera análoga a como los acercamientos efectuados desde la perspectiva instrumental permiten determinar cómo la concepción de recursos pedagógicos es situada.

A tal efecto, Creswell (2007) sugiere seleccionar casos que muestren diferentes perspectivas del problema, procesos o eventos; sugiere también seleccionar casos ordinarios, casos inaccesibles, o casos inusuales. La dispersión de los casos y la complejidad de las perspectivas teóricas que nos proponemos conjugar, será tratada teniendo como principio epistemológico la *consilience* (Wilson, 1999) que posibilita la articulación de unidades de análisis procedentes de distintos enfoques teóricos sin caer en un eclecticismo.

El trabajo de campo se ha iniciado a partir de la estructuración de una encuesta y una entrevista que tienen como finalidad el reconocimiento de las distintas fuentes que sirven de referentes para las actividades en el aula y la identificación de criterios que sirven de sustento a las intencionalidades mediante las cuales se configuran ambientes propicios para la actividad matemática en el aula y se seleccionan ciertos contenidos matemáticos. Como producto derivado de tales indagaciones se identificarán las concepciones que subyacen respecto al conocimiento matemático escolar y las situaciones de enseñanza y aprendizaje.

Con el fin de determinar la población a la cual entrevistar y encuestar, se recurrió a bases de datos de la oficina de registro académico de la Universidad del Valle de los estudiantes egresados de los programas de Licenciatura en Matemáticas-Física y Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas. Igualmente tuvimos a disposición la base de datos de los profesores que actualmente se encuentran vinculados a programas de formación permanente o en ejercicio de la universidad. Estas bases de datos fueron cruzadas para determinar 15 profesores a quienes se ha entrevistado y encuestado; profesores de los cuales unos trabajan en los tres primeros grados de la educación básica (alumnos entre 6 y 8 años) y otros en los últimos grados del mismo ciclo educativo (alumnos entre 12 y 14 años)

La selección se efectuó bajo el criterio que las personas y sus vínculos con los respectivos programas garantizarían la posibilidad de rastrearlos. Esto debido a que las acciones emprendidas en los programas subyacen intencionalidades que pueden ser documentadas.

En relación con los aspectos curriculares, que interesa destacar en esta comunicación, estamos indagando sobre la selección de los conocimientos geométricos, el tipo de organización didáctica privilegiada, la selección de textos, el saber geométrico propuesto y el papel asignado a los artefactos en la construcción de conocimiento matemático. Es a nivel de tal dimensión de análisis donde los procesos adquieren su propia dinámica y donde la actividad matemática del profesor y la actividad matemática del alumno resultan representativas del ámbito institucional. Cuando se toma como unidad de análisis el área académica (en términos del currículo propuesto de un área básica), una unidad de análisis pertinente es el proyecto curricular de área.

Otro ámbito derivado de la dimensión curricular es el correspondiente al pensamiento espacial y sistemas geométricos; se examina como eje transversal para este tipo de acercamiento la noción de transformación geométrica para el tratamiento de conceptos geométricos como la congruencia y la semejanza nociones usualmente objeto de enseñanza en el contexto de la geometría elemental. Es aquí donde se develan distintos caminos desde una perspectiva epistemológica para reconocer el papel de la estructuras en la configuración del objeto matemático.

Sobre la enseñanza de la geometría

En la presente comunicación se opta por una perspectiva que examina los recursos pedagógicos en su dimensión curricular en nuestro contexto escolar, en un proceso encaminado a estructurar los estudios de caso. Por regulaciones del sistema educativo en nuestro país, los profesores de matemáticas cuentan con unos lineamientos curriculares y unos estándares como referentes para la estructuración de sus proyectos curriculares y de las situaciones problema mediante las cuales promueven intencionalmente el aprendizaje de los estudiantes.

En relación con la geometría propuesta por los profesores en el salón de clases, identificamos que ellos alientan la exploración del espacio recurriendo al uso de distintos sistemas de representación geométrica, y esto bajo la perspectiva pedagógica de la geometría activa al otorgarle importancia a la exploración del espacio recurriendo al uso de distintos sistemas de representación y con el cuerpo como referente. Es decir, la geometría propuesta incluye elementos de la geometría sintónica; además, aunque los profesores no pretenden tratar la geometría transformacional, sí recurren a sus sistemas de representación.

Ahora, los estándares de competencia propuestos a los profesores de matemáticas colombianos, en relación con las transformaciones geométricas, contemplan lo siguiente para los primeros y los últimos grados de la educación básica, que son los que interesan para nuestra investigación:

Para los estudiantes de los tres primeros grados de la educación básica: Reconozco y aplico traslaciones y giros sobre una figura; reconozco y valoro simetrías en distintos aspectos del arte y el diseño; reconozco congruencia y semejanza entre figuras; realizo construcciones y diseños utilizando cuerpos y figuras geométricas tridimensionales y dibujos o figuras bidimensionales.

En lo que corresponde los estudiantes de los dos últimos grados de la educación básica: Conjeturo y verifico propiedades de congruencia y semejanza entre figuras bidimensionales y entre objetos tridimensionales en la solución de problemas; aplico y justifico criterios de congruencia y semejanza entre triángulos en la resolución y formulación de problemas; uso las representaciones geométricas para resolver y formular problemas en las matemáticas y otras disciplinas.

Con base en las proposiciones mediante las cuales se formulan los estándares curriculares por conjuntos de grados, se adopta una aproximación curricular para la cual el currículo es un proceso para el que se toma como unidad de análisis organizativa el currículo propuesto y se destacan los contenidos matemáticos, los procesos y algunos de los desempeños concebidos en relación con el pensamiento geométrico.

En relación con los enunciados propuestos para el primer conjunto de grados, se hace manifiesto un acercamiento a los objetos geométricos en términos de las acciones que reciben las figuras por efecto de las transformaciones. La perspectiva desde la cual se estructuran los

estándares curriculares posibilita abordar las transformaciones geométricas a partir de las relaciones entre las figuras obtenidas como resultado de transformaciones que se hacen desde un acercamiento fenomenológico que problematiza la congruencia y la semejanza. Se le otorga importancia a los problemas de construcción y al diseño geométrico a partir de las figuras y cuerpos geométricos. Tal forma de abordar las transformaciones geométricas, cuando toma en consideración las propiedades de los objetos geométricos, posibilita reconocer uno de los fenómenos didácticos documentados en la enseñanza de la geometría: la brecha entre dibujo y figura.

Se encuentra que los profesores entrevistados destacan en la geometría enseñada la figura geométrica, sin que sea posible aún determinar las connotaciones que tal tipo de elección tiene en relación con la elección de un tipo de geometría. Así mismo se reconoce cómo en relación con el desarrollo de pensamiento espacial, las nociones geométricas abordadas se organizan en el sentido punto- plano –espacio, lo cual va en contravía de la propuesto en los estándares curriculares. Igualmente se omite cualquier referencia a problemas transversales en la geometría elemental como la congruencia y la semejanza.

En relación con los procesos de la geometría involucrados, se reconocen dos procesos: la construcción y el diseño de distinto tipo objetos. Estos procesos develan, por un lado, el lugar destacado que se le concede a la figura en la enseñanza de la geometría y, por el otro, cuán arraigado está en la enseñanza que la actividad geométrica del estudiante ha de pasar por ver, sentir y tocar, es decir, como actividad que compromete el cuerpo a través de la manipulación de objetos. Así, es factible interpretar a partir de tal tipo de manifestaciones cómo a las prácticas sustentadas en tal manera de abordar la actividad geométrica subyace una concepción que le concede importancia a la naturaleza experimental y empírica de los objetos geométricos.

A modo de conclusión: Sobre los recursos pedagógicos en la enseñanza de la geometría

Respecto a los recursos pedagógicos, la información allegada con las entrevistas se describe en dos niveles: Un primer nivel relativo a las posibles correspondencias entre la geometría enseñada, las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza, y el tipo de fuentes documentales privilegiadas. El segundo nivel surge al examinar la trayectoria que configura la estructuración de situaciones problema o “actividades de aprendizaje”, según la expresión más frecuente en los profesores entrevistados.

En relación con las fuentes de referencia que utilizan los profesores para fundamentar sus diseños de situaciones problema son dominantes los libros de texto y la internet, en particular buscadores como google. En menor proporción se alude a los lineamientos y estándares curriculares, los manipulativos, los diseños previamente elaborados por ellos mismos u otros profesores, y materiales generados del desarrollo de innovaciones curriculares que circulan en el medio.

Lo que se puede describir como tendencia dominante es que no se articula el tipo de fuentes privilegiadas, los libros e internet, con la forma como se conciben los aprendizajes geométricos centrados en la actividad experimental y la naturaleza empírica que se asigna a los objetos geométricos. En este caso podría establecerse una relación de mayor cercanía si lo dominante fuera el uso de manipulativos y artefactos computacionales.

Tales encuestas y entrevistas han ido aportando información pertinente e importante para nuestro proyecto en el segundo nivel, y por lo cual tienen una naturaleza institucional. Entre otras, destacamos las siguientes:

- El área o departamento de matemáticas de las instituciones educativas no contempla entre sus funciones el acompañamiento y discusión de las opciones de enseñanza o alternativas de explicación o ilustración por las que optan los maestros.
- Si bien por normativa nacional no se solicita libro de matemáticas a los estudiantes, los profesores sí cuentan con por lo menos tres para tomar de allí ideas o actividades completas para cumplir con sus objetivos de enseñanza.
- Los profesores no cuentan con las condiciones (tiempo, acompañamiento, asesoría, espacios de discusión y/o reflexión) para evaluar las decisiones que opta para desplegar su enseñanza de la geometría.
- Por lo general, los maestros no acuden a buscadores especializados en internet para encontrar las actividades que consultan en ese medio; prefieren hacerlo a través de google.
- La compilación con comentarios previos y/o posteriores de las actividades realizadas en el aula, es realizada por los maestros más para fines de su evaluación global como docentes y menos para constituirse en material de consulta en años posteriores.
- La dotación de material didáctico para la enseñanza de geometría (regla, compás, transportador) es mínima y, cuando la hay cumple mejor la función de adorno del salón. La posibilidad de los maestros de contar con herramientas tecnológicas (software especializado, calculadoras graficadoras) es mínima y, en general, nula.
- En el primer ciclo de la educación básica, son muy pocos los maestros que tienen una formación específica para la enseñanza de las matemáticas.

Referencias y bibliografía

- Austin, J. (1982). *Cómo hacer cosas con palabras*. Barcelona: Paidós.
- Cazden, C. (1986). Classroom discourse. En M. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*, 3rd edition, (pp. 432-463). Nueva York: Macmillan.
- Chapin, S. H., O'Connor, C., & Canavan, A. N. (2003). *Classroom Discussions. Using math talk to help students learn. Grades 1-6*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.
- Christie, F. (2002). *Classroom Discourse Analysis: a functional perspective*. London: Continuum.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Gómez, A. L. (2007). Palabras y acciones. Conferencia Congreso Colombiano de Filosofía. (Inédito).
- Gueudet, G., & Trouche, L. (2009). Towards new documentation systems for teachers? *Educational Studies in Mathematics* 7(1), 199-218. Doi: 10.1007/s10649-008-9159-8.
- Guin, D., & Trouche, L. (2007). Une Approche Multidimensionnelle Pour La Conception Collaborative de Ressources Pédagogiques. En: *Environnements Informatiques Et Ressources Numériques Pour L'apprentissage* (pp. 197-226). Paris, Francia: Hermes Science.

- Guin, D ; Ruthven, K; Trouche, L. (eds.) (2004) *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument* (contributions of M. Artigue, P. Drijvers, P. Elbaz-Vincent, J.B. Lagrange, M. Kendal, R. Pierce & K. Stacey), Springer.
- Haspekian, M., & Artigue, M. (2007). L'intégration d'artefacts informatiques professionnels à l'enseignement dans une perspective instrumentale: le cas des tableurs. In M. Baron, D. Guin, L. Trouche (Eds), *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage* (pp.37-63). Paris: Editions Hermès.
- Hegedus, S. J., & Moreno-Armella, L. (2010). Accomodating the Instrumental Genesis Framework Within Dynamic Technological Environments. *For the Learning of Mathematics*, 30(1), 26-31
- Lee, C. (2010). *El lenguaje en el aprendizaje de las matemáticas*. Madrid: Morata.
- Pimm, D. (1987). *Speaking Mathematically*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Rabardel P. (1995), « *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains* », Paris: Armand Colin.
- Rabardel, P. (1999). Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In M. Bailleul, *Actes de la dixième université d'été de didactique des mathématiques*, ARDM (association pour la recherche en didactique des mathématiques), Caen, p 203-213.
- Schleppegrell, M. J. (2004). *The Language of Schooling. A functional linguistics perspective*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sfard, A. (2008) *Aprendizaje de las matemáticas escolares desde un enfoque comunicacional*. Cali, Universidad del Valle, Colección Libros de Investigación.
- Trouche, L. (2005). Instrumental genesis, individual and social aspects. *The didactical challenge of symbolic calculators: turning a computational device into a mathematical instrument*. New York: Springer. 197-230
- Wilson, E. O. (1999) *Consilience. The unity of knowledge*. First Vintage books edition, abril 1999, New York, USA: Vintage books a division of random house, inc.