

EL 'NETWORKING' DE TEORÍAS EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA: ¿QUÉ SIGNIFICA Y QUÉ PRODUCE?

Michèle Artigue

michele.artigue@univ-paris-diderot.fr

Université de Paris, Francia

Resumen

En los quince últimos años, la diversidad teórica creciente en educación matemática ha generado, especialmente en el contexto europeo, el desarrollo de trabajos enfocados en la búsqueda de posibles conexiones entre teorías, para facilitar la comunicación entre investigadores y la capitalización de los resultados de la investigación. Es una empresa colectiva hoy conocida como el 'networking de teorías'. En esta conferencia, después de recordar elementos del contexto, presentaré dos herramientas conceptuales que me parecen particularmente útiles para este tipo de trabajo: la escala de 'networking' y la noción de praxeología de investigación. A continuación, mostraré, a través de varios ejemplos, en qué consiste prácticamente el trabajo de 'networking de teorías' y qué tipos de resultados produce.

Palabras clave: *educación matemática, 'networking' de teorías, escala de networking, praxeología de investigación.*

Introducción

En los quince últimos años, la diversidad teórica creciente en educación matemática ha generado, especialmente en el contexto europeo, el desarrollo de trabajos enfocados en la búsqueda de posibles conexiones entre teorías, para facilitar la comunicación entre investigadores y la capitalización de los resultados de las investigaciones. Esto se refleja, por ejemplo, en las actividades del grupo de trabajo sobre teorías creado en la conferencia CERME de 2005 (Kidron et al. 2018), en el trabajo del grupo de investigadores dicho "grupo de Bremen" creado al mismo tiempo (Bikner-Ashbabs & Prediger 2014), o en proyectos europeos como los proyectos TELMA y ReMath sobre el aprendizaje matemático con tecnologías digitales (Artigue 2009), (Kynigos & Lagrange 2014). Así nació la expresión "networking de teorías" a la que se dedica esta ponencia. Comenzaré destacando la diversidad de lo que se entiende por teoría en educación matemática y distinguiendo entre teoría y marco teórico. A continuación, presentaré dos herramientas conceptuales que considero importantes para pensar y trabajar sobre las conexiones entre teorías. Se trata, por una parte, de la escala de estrategias de "networking" (Bikner-Ashbabs & Prediger 2008) y, por otra, de la noción de praxeología de investigación, que extiende a las prácticas de investigación la noción de praxeología, fundamental en la teoría antropológica de la didáctica (TAD) (Artigue, Bosch & Gascón, 2011). Luego, utilizando unos ejemplos, mostraré en qué consiste prácticamente el trabajo de "networking" de teorías y algunas de sus aportaciones, antes de concluir con una reflexión más general sobre la diversidad teórica en el campo, y cómo hacer de ella una fuente de progreso y no un obstáculo.

Teorías y marcos teóricos

En educación matemática, la palabra "teoría" denota una diversidad de objetos, desde construcciones muy locales hasta sistemas estructurados de conceptos; algunas teorías se desarrollaron dentro del campo mismo, otras tienen su origen en otros campos de las ciencias humanas, algunas se han desarrollado a lo largo de décadas, mientras que otras han surgido bastante recientemente. Pero incluso si su nombre está asociado a un investigador en particular, han tomado el estatus de teorías porque se han convertido en obras colectivas.

En este texto, distinguiré entre teoría y marco teórico. Usaré el término marco teórico para denotar el ensamblaje a menudo complejo de teorías y conceptos teóricos que el investigador desarrolla para responder a preguntas específicas. Ciertamente, el cuestionamiento se inspira en una visión teórica, más o menos explícita, pero la mayoría de las veces, el ensamblaje constituido no se reduce a una sola teoría. Con los estudiantes de doctorado, a menudo utilizo el ejemplo de la tesis de Brigitte Grugeon (1995), una tesis pionera en el estudio de las transiciones institucionales. La TAD es la teoría principal, fundamentando la problemática de la tesis y las hipótesis asociadas; también apoya el análisis institucional de la transición, a través de programas, documentos curriculares y herramientas de evaluación. Pero está combinada con la teoría de las situaciones didácticas (TDS) que fundamenta el trabajo de ingeniería didáctica de la tesis y la teoría semiótica de Duval ampliamente utilizada por los didactas franceses. Además, hay elementos teóricos más exógenos pero que sería difícil no tener en cuenta en esta investigación, porque permiten expresar los conocimientos producidos por la investigación didáctica en álgebra, como la distinción entre sentido y denotación de las expresiones algebraicas debida a Frege, o la distinción entre concepción estructural y procedural de las expresiones algebraicas debida a Sfard. Estos conceptos y teoría se utilizan para construir la herramienta multidimensional de análisis de la competencia algebraica y la herramienta de diagnóstico, que son contribuciones clave de esta tesis. Este es sólo un ejemplo, pero muestra claramente, nos parece, el interés de distinguir entre teoría y marco teórico. Este ejemplo también muestra que, en el trabajo del investigador, las combinaciones teóricas son frecuentes, aunque la cuestión de la legitimidad de estas combinaciones, la forma en que respetan o transforman las construcciones existentes, no se plantea necesariamente y se trabaja seriamente. Este es el trabajo al que se dedica el "networking" de teorías. Para él, se han desarrollado herramientas específicas. En la siguiente sección, me centraré en dos de ellas.

Dos construcciones al servicio del "networking" de teorías

Estas dos construcciones son la escala de estrategias de "networking" y el concepto de praxeología de investigación.

La escala de estrategias de "networking"

La escala de estrategias de "networking" tiene por objeto poner de relieve la diversidad de formas que puede adoptar la búsqueda de conexiones entre teorías. Las organiza entre dos posiciones extremas que corresponden respectivamente a la actitud de ignorar otras teorías y al deseo de unificación global. Me parece importante señalar que, desde el principio, para mí como para los investigadores con los que he colaborado en este trabajo, la búsqueda de una

teoría unificadora no fue el objetivo perseguido. Asumimos la necesaria diversidad teórica del campo y rechazamos ambos extremos.

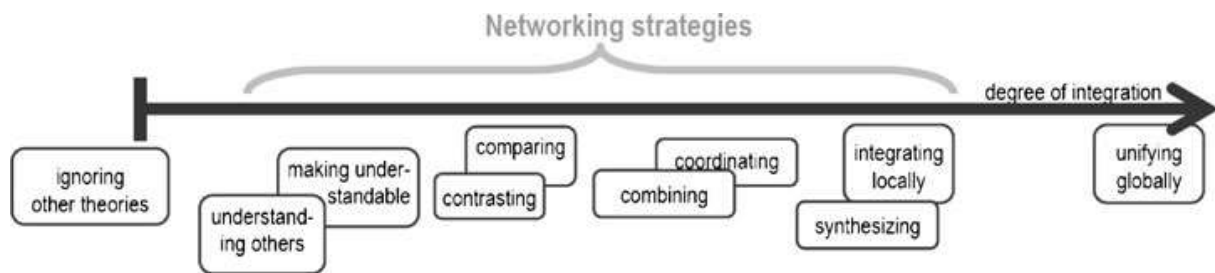


Figure 1. Escala de estrategias de "networking" (Bikner-Ahsbahr and Prediger 2008, p. 492)

Estas estrategias se organizan en parejas, como entender a los demás o hacerlos comprensibles, comparar o contrastar, combinar o coordinar, integrar localmente y sintetizar, y su significado exacto se especifica en el capítulo citado (ibídem, pp. 492-497). Por ejemplo, se especifica que la coordinación significa que "a conceptual framework is built by well fitting elements from different theories", pues implica la complementariedad de las teorías comprometidas, mientras que la combinación significa que "the theoretical approaches are only juxtaposed according to a specific aspect". Por lo tanto, esta estrategia puede incluir teorías en las que ciertos principios básicos están en conflicto. Además, como demuestran estudios como los del Grupo de Bremen, los investigadores que buscan establecer conexiones entre teorías generalmente combinan varias estrategias.

El concepto de praxeología de investigación

El concepto de praxeología de la investigación surgió después del de la escala de "networking". De hecho, su primera presentación tuvo lugar en el tercer congreso de la TAD (Artigue, Bosch & Gascón 2011). Luego lo utilicé con Marianna Bosch para reflexionar retrospectivamente sobre el trabajo realizado dentro del proyecto ReMath y del grupo de Bremen (Artigue & Bosch 2014) y más recientemente lo reelaboré para el estudio del desarrollo de la aproximación documental de la didáctica (Artigue 2019). En este texto, me baso en esta última elaboración.

Este concepto extiende a las prácticas de investigación la noción de praxeología, central en la TAD. Un principio básico de la TAD es que cualquier práctica humana puede ser modelada en términos de praxeología, por lo que esta extensión no es sorprendente. Permite una aproximación pragmática y dinámica a las teorías, que busca clarificar cómo "informan y dan forma al trabajo de investigación práctica y, a la inversa, cómo emergen progresivamente de ella e integran sus resultados" (Artigue & Bosch 2014, p. 251, traducción del autor). Una visión pragmática de las teorías, cualesquiera que sean las herramientas utilizadas para apoyarla -no hay razón para suponer que sólo la TAD pueda desempeñar este papel- me parece cada vez más necesaria para abordar productivamente las relaciones y conexiones entre teorías. Para el investigador, las teorías son ante todo herramientas que responden a sus necesidades. Establecer conexiones requiere el acceso a sus razones de ser, para entender sus funcionalidades, y esto es muy difícil si son consideradas en sí mismas independientemente de las prácticas que alimentan y que las alimentan.

En la TAD, la praxeología se define como un cuádruple que consta de dos bloques: un bloque práctico y un bloque teórico. En el nivel más simple, el de las praxeologías puntuales, el bloque práctico se compone de un tipo de tarea y de una técnica para llevarla a cabo. El bloque teórico es, por su parte, un bloque discursivo que consiste en un discurso que describe, explica y justifica la técnica, llamado tecnología, y un discurso teórico de alcance más general, más o menos elaborado, fundando y justificando a su vez el discurso tecnológico. A priori, el concepto de praxeología de investigación se aplica a todo tipo de tareas que el investigador debe realizar. Sin embargo, me centraré aquí en una forma de praxeología emblemática de la investigación, las praxeologías asociadas a la búsqueda de respuestas a preguntas sobre procesos de enseñanza y aprendizaje, o más generalmente sobre el funcionamiento de los sistemas didácticos.

Estas praxeologías surgen a través de su bloque práctico, pero las preguntas y su formulación están influenciadas por el teórico ya existente en el entorno del investigador. Desde el principio, por lo tanto, los bloques prácticos y teóricos de las praxeologías están en interacción dialéctica, y esto es fundamental para entenderlas. En el ejemplo citado anteriormente, por ejemplo, la pregunta inicial es el deseo de comprender por qué los alumnos del liceo profesional que, por sus excelentes resultados, son enviados a cursos de adaptación permitiendo su integración en el liceo general, se encuentran unos meses más tarde fracasando en matemáticas y, en particular, en álgebra. Sin embargo, la reformulación de la pregunta en cuanto a la existencia posible de discontinuidades más o menos visibles y mal tenidas en cuenta entre las relaciones institucionales con el álgebra en los dos tipos de liceo, es el resultado directo de la reformulación de la pregunta inicial dentro de la TAD.

En su forma más simple, estas praxeologías (dichas puntuales) se componen a priori de una pregunta, de una técnica utilizada para responderla, de un discurso metodológico que explica y justifica la técnica, y de una teoría subyacente a este discurso. La realidad es más compleja. Incluso en el caso de una praxeología puntual, el conjunto teórico no se reduce generalmente a una sola teoría, por ejemplo, porque tiene en cuenta, como en el ejemplo anterior, el estado de la investigación en el campo de estudio, lo que lleva a la incorporación de varias construcciones conceptuales desarrolladas dentro de otros enfoques teóricos. Además, el estudio de una cuestión implica generalmente varias praxeologías que comparten, al menos parcialmente, el mismo discurso teórico. Un conjunto coherente de praxeologías debe ser desarrollado y, en el curso de una o más investigaciones, éstas se organizan en praxeologías locales o incluso regionales, en el sentido de la TAD. Este desarrollo y estructuración no pueden ser realmente anticipados. De los resultados de la investigación surgen nuevas preguntas; nuevos elementos integran el discurso tecnológico: distinciones, categorizaciones, fenómenos didácticos. Si se comparten razonablemente, enriquecerán las teorías.

Ejemplos de actividades de “networking” y contribuciones

En el espacio limitado de esta contribución, me limitaré a dos ejemplos de actividades en las que he participado directamente. Ambas son actividades colectivas de "networking" en las que participaron investigadores de diferentes culturas. Sin embargo, esta actividad también puede llevarse a cabo a nivel individual. Este es el caso, por ejemplo, de mi reciente estudio sobre la aproximación documental de la didáctica mencionada anteriormente.

Dar sentido a interpretaciones discordantes de un mismo episodio

El primer ejemplo es una de las actividades de "networking" que se llevaron a cabo dentro del grupo de Bremen. El punto de partida del trabajo de este grupo, en el que participaron investigadores de cinco países (Alemania, España, Francia, Israel e Italia), fue un vídeo propuesto por Ferdinando Arzarello. Había sido filmado en una clase de 10º grado durante una sesión destinada a introducir funciones exponenciales, basada en tres archivos Cabri-géomètre propuestos sucesivamente a los alumnos.

El vídeo mostraba el trabajo de investigación autónomo de dos alumnos, en particular sus discursos y gestos, frente a la pantalla del ordenador. El trabajo colectivo movilizó cinco teorías, cada par de investigadores del mismo país representando una teoría, respectivamente, utilizando el orden alfabético de los países: IDS (Interest-Dense Situations, TAD, TSD, AiC (Abstraction in Context) y APC (Action, Production, Communication). Como muestra el libro resultante, a lo largo de los años se han movilizadas todas las estrategias de la escala de "networking", excepto las dos extremas, por supuesto. El trabajo que aquí presento ha surgido de la visión colectiva de un vídeo corto que complementaba al que inicialmente se estudió (Bikner-Ahsbahs, Artigue, Haspekian 2014). En este vídeo, vemos al profesor interactuando con los dos alumnos, sobre el tercer archivo Cabri que muestra una función exponencial y la recta que une los puntos de la curva de abscisas x y $x+\Delta x$, siendo el paso Δx modificable por un deslizador y el punto P de abscisa x móvil sobre la curva. Les pregunta qué pasa cuando x es muy grande.

Perceptualmente, como la función tiende al infinito y tiene una dirección asintótica vertical, observamos una curva cada vez más vertical que tiende a confundirse con la secante dibujada que, ella misma, parece más y más vertical. Esto es lo que uno de los estudiantes expresa verbalmente y con gestos, pero no corresponde a lo que el docente espera. Además, el docente interpreta su respuesta como señal que el alumno piensa que la curva tiene una asíntota vertical. Sigue un intercambio de unos minutos que dará lugar a interpretaciones contradictorias. Las investigadoras francesas identifican un efecto Topacio, la investigadora alemana un "funnel pattern", y los investigadores italianos presentan este episodio como un ejemplo de "juego semiótico".

Las dos primeras interpretaciones, aunque se refieran a conceptos diferentes, connotan negativamente este episodio. En ambos casos, aunque al final del episodio el profesor obtenga la respuesta esperada, es forzando los intercambios hasta el punto de que el acuerdo alcanzado al final ya no puede ser interpretado como señal del conocimiento esperado. En el tercer caso, por el contrario, el episodio se connota positivamente como ejemplo de una técnica didáctica en la que el docente, basándose en los gestos y las verbalizaciones de los alumnos, guía su evolución hacia una expresión matemática adecuada. Por lo tanto, esta discrepancia no era aceptable.

El trabajo impulsado por este episodio llevó a cuestionar las interpretaciones iniciales, pero también a cuestionar los tres conceptos mismos de efecto Topacio, de "funnel pattern" y de juego semiótico. Por ejemplo, demostró que la noción de efecto Topacio, denotando uno de las paradojas del contrato didáctico, probablemente se había naturalizado con demasiada

rapidez en la TSD, con criterios insuficientemente precisos, y que era necesario aclararla, lo que se hizo. El trabajo también mostró que tanto el efecto Topacio como el "funnel pattern" son construcciones que satisfacen necesidades similares: la necesidad de expresar como fenómeno didáctico un mismo hecho: una forma de interacción entre alumnos y docente que permite mantener la ficción que hubo aprendizaje cuando no lo hay. Sin embargo, responden a estas necesidades, siendo moldeados por las teorías de las que han surgido, respectivamente la TSD y el interaccionismo. Esto conduce a poner el énfasis en diferentes características de tales episodios: la desaparición gradual del valor epistémico de los intercambios para el efecto Topacio, la reducción gradual de la duración y del contenido de los intercambios y el aumento de su carga emocional para el "funnel pattern", características, de hecho, co-presentes y complementarias. Este análisis también llevó a una redefinición de la noción de juego semiótico, enfatizando características no satisfechas por este episodio. Finalmente, el estudio llevó a la conclusión de que, a pesar de las apariencias, este episodio no podía ser interpretado, ni como un efecto Topacio, ni como un "funnel pattern", ni como un juego semiótico.

El proyecto ReMath: capitalizando la diversidad de perspectivas instrumentales

El proyecto europeo ReMath se ha desarrollado en la continuidad del trabajo realizado dentro del equipo TELMA de la Red Europea de Excelencia "Kaleidoscope", con el objetivo de capitalizar el conocimiento adquirido a nivel europeo en el campo del "Technology Enhanced Learning".

En el caso de ReMath, más específicamente, se trataba de capitalizar el conocimiento adquirido sobre el potencial semiótico que ofrecen los artefactos digitales dinámicos (DDA) para el aprendizaje de las matemáticas. Para esto, el proyecto prevía el desarrollo de un marco teórico integrado por los seis equipos implicados en Francia, Grecia, Italia y el Reino Unido, y el desarrollo y experimentación de seis DDAs particularmente innovadores en términos de potencial semiótico. Los seis equipos implicados presentaban una gran diversidad teórica refiriéndose respectivamente a teorías como construccionismo, teoría de la actividad, TSD, TAD, y a una diversidad de aproximaciones semióticas: teoría de mediación semiótica, semiótica social, teoría semiótica de Duval, semiótica de Pierce.... El proyecto estudió cómo estas diversas inscripciones teóricas influían, metafóricamente u operativamente, en el diseño de los DDAs, cómo también condicionaban la visión de su potencial semiótico, los escenarios de uso desarrollados y su implementación.

Diferentes herramientas metodológicas apoyaron el estudio, en particular un sistema original de "experimentaciones cruzadas". Cada uno de los DDAs fué experimentado tanto por el equipo a cargo de su diseño como por otro equipo, de otro país y refiriéndose a otras teorías. Este sistema de experimentación cruzada, tal como la producción de los DDAs permitieron evaluar el papel exacto desempeñado por las diferentes perspectivas teóricas y establecer conexiones productivas entre ellas. No puedo entrar en más detalles refiriendo al lector a la síntesis propuesta en (Artigue & Mariotti 2014).

Ilustraré este trabajo de "networking" con el ejemplo de las cuestiones instrumentales. De hecho, el trabajo en ReMath pronto mostró que, a pesar de la diversidad de los enfoques teóricos de los diferentes equipos, todos eran sensibles a cuestiones instrumentales y

compartían una referencia común: la perspectiva instrumental desarrollada en ergonomía cognitiva por Rabardel y Vérillon (1995). Había consenso sobre la necesidad de distinguir entre un artefacto, por ejemplo, uno de los DDAs desarrollados, y el instrumento que podría llegar a ser para un alumno o una clase, a través de un proceso de génesis instrumental generalmente largo y complejo, que la enseñanza debía guiar. También nos acordábamos en que tales géneses instrumentales combinaban de manera dialéctica procesos de instrumentalización dirigidos hacia el artefacto y procesos de instrumentación que afectaban al alumno y a sus procesos cognitivos. Pero esta referencia común vivía incorporada en diferentes perspectivas teóricas en función de los equipos. El trabajo realizado mostró cómo esto afectaba al diseño de los DDAs y sus usos. Voy a ilustrarlo brevemente con un ejemplo. Nuestro equipo utilizaba una aproximación instrumental que integraba la perspectiva ergonómica de Rabardel y Verillon en la perspectiva institucional de la TAD. También utilizaba la TSD para el diseño de escenarios de enseñanza y la semiótica de Duval en términos de registros de representación. Esto se reflejó en el diseño del software Casyopée desarrollado por Jean-Baptiste Lagrange y también en los dos experimentos cruzados en los que participamos, en particular el del software Cruislet producido por los colegas griegos, desde una perspectiva constructorista.

La investigación demostró en particular que, en términos de diseño de artefactos, la visión constructorista del aprendizaje llevaba a poner un gran énfasis en la posibilidad ofrecida al usuario de desarrollar el artefacto y sus capacidades semióticas. Es decir que, en términos de génesis instrumental, se daba particular importancia a los procesos de instrumentalización. Esto se reflejaba en la noción de "half-baked" micromundo utilizada por los colegas griegos, y contrastaba con el diseño de Casyopée privilegiando la conexión dinámica entre representaciones institucionales usuales. Con respecto a los escenarios de uso, la investigación también destacó las profundas diferencias entre los escenarios basados en la TSD y el constructorismo, aunque ambas teorías comparten un fundamento socio-constructivista. Resultó evidente que la preocupación por optimizar el potencial adidáctico de las situaciones a través de la elección de variables didácticas, la atención a los procesos duales de devolución e institucionalización, en el corazón de la TSD, no se encontraba en los escenarios constructoristas donde se prestaba más atención a asegurar el potencial de las tareas y DDAs en términos de expresividad, sin tratar de controlar las trayectorias posibles.

Conclusiones y reflexiones

En esta contribución, traté de introducir al lector a lo que ahora se llama el "networking" de teorías, especificando el contexto de emergencia de esta terminología y de la investigación relacionada, introduciendo algunas de las herramientas diseñadas para apoyar este tipo de trabajo, e ilustrándolo con algunos ejemplos. No cabe duda que se trata solo de una iniciación al tema que no puede reflejar la riqueza del trabajo realizado en este dominio. Cada uno de estos estudios nos ayuda a establecer conexiones entre teorías y discursos, a luchar contra la tendencia a la fragmentación de nuestro campo de estudio. Al hacerlo, nos ayuda a capitalizar mejor los resultados de la investigación. Pero, este trabajo también nos lleva a reexaminar las teorías que nos son familiares, sus coherencias fundamentales, a comprender mejor sus fortalezas y limitaciones. Ciertamente, cada uno de nosotros en su actividad investigadora se enfrenta a estas cuestiones y las gestiona de forma más o menos satisfactoria, pero quiero

subrayar en esta conclusión lo que añade el hecho de llevar a cabo este tipo de trabajo dentro de colectivos de culturas mezcladas. Porque el trabajo sobre objetos comunes, con metodologías adaptadas, de investigadores de diferentes culturas permite crear "medios", en el sentido de la TSD, mucho más ricos y reactivos que los que se puede realizar en empresas personales o entre investigadores que comparten la misma cultura.

Referencias

- Artigue, M. (Ed.) (2009). Connecting Approaches to Technology Enhanced Learning in Mathematics: The TELMA Experience. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14(3).
- Artigue, M. (2019). Reflecting on a Theoretical Approach from a Networking Perspective: The Case of the Documentational Approach to Didactics. In L. Trouche, G. Gueudet, & B. Pepin (2019). *The 'Resource' Approach to Mathematics Education* (pp. 89-120). New-York: Springer.
- Artigue, M. & Bosch, M. (2014). Reflection on Networking through the praxeological lens. In, A. Bikner-Ahsbabs & S. Prediger (Eds.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (pp. 249-266). New York: Springer.
- Artigue, M., Bosch, M., & Gascón, J. (2011). La TAD face au problème de l'interaction entre cadres théoriques en didactique des mathématiques. In M. Bosch et al. (Eds.), *Un panorama de la TAD. Actes du troisième congrès de la TAD* (pp. 33-56). Barcelona: Centre de Recerca Matemàtica.
- Artigue, M., & Mariotti, M.A. (2014). Networking theoretical frames: the ReMath enterprise. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3), 329-356.
- Bikner-Ahsbabs, A., Artigue, M., & Haspekian, M. (2014). Topaze effect: A case study in Networking of IDS and TDS. In, A. Bikner-Ahsbabs & S. Prediger (Eds.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (pp. 201-221). New York: Springer.
- Bikner-Ahsbabs, A., & Prediger, S. (2008). Networking of Theories – An Approach for Exploiting the Diversity of Theoretical Approaches. In B. Sriraman & L. English (Eds.), *Theories in Mathematics Education* (pp. 483-506). NewYork: Springer.
- Bikner-Ahsbabs, A., & Prediger, S. (Eds.) (2014). *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (pp. 201-221). New York : Springer.
- Grugeon, B. (1995). *Etude des rapports institutionnels et des rapports personnels des élèves à l'algèbre élémentaire dans la transition entre deux cycles d'enseignement : BEP et Première G*. Doctoral thesis. Université Paris Diderot – Paris 7.
- Kidron, I., Bosch, M., Monaghan, J., & Palmér, H. (2018). Theoretical perspectives and approaches in mathematics education research. In T. Dreyfus, M. Artigue, D. Potari, S. Prediger & K. Ruthven (Eds.), *Developing research in mathematics education - twenty years of communication, cooperation and collaboration in Europe* (pp. 254-268). London and New York: Routledge.

Kynigos, C., & Lagrange, J.-B. (Eds.) (2014). The ReMath enterprise. *Educational Studies in Mathematics*, 85(3).

Vérillon P. & Rabardel P. (1995). Cognition and artifacts: a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education*, 10/1, 77-101.