

Migración de conceptos de la didáctica de las matemáticas a la didáctica profesional¹

Janine Rogalski

rogalski.muret@gmail.com

Directeur de recherche CNRS honoraire

*Laboratoire de Didactique André Revuz. Universités de Paris, CY Cergy Paris, Paris Est Créteil,
Rouen Normandie*

Resumen

La migración de los conceptos de la didáctica de las matemáticas a la didáctica profesional se estudia en el contexto francés (con referencias teóricas a Vergnaud, Brousseau, Chevallard y Pastré). Los grandes conceptos considerados son los campos conceptuales, las situaciones didácticas, la transposición didáctica y los conceptos pragmáticos. Se muestra la importancia del análisis epistemológico y de tener en cuenta su complejidad conceptual en las dos didácticas disciplinarias, mientras que el análisis de las situaciones (y de su transposición) está en el centro de la didáctica profesional. Algunos de los conceptos han migrado directamente a la didáctica profesional: situación didáctica (o medio didáctico), contrato didáctico, transposición didáctica. Otros son propios de la didáctica profesional, en la que el concepto de conceptos pragmáticos, introducido por Pastré, desempeña un papel central. La génesis de la didáctica profesional se pone en relación con la puesta en relación de dos comunidades científicas apoyadas por el CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique): un agrupamiento de investigaciones (GDR) en la didáctica de las disciplinas científicas y un GDR de psicología cognitiva ergonómica, considerando la actividad laboral. La conclusión del artículo discute las aportaciones de la didáctica profesional a la didáctica de las matemáticas, con el análisis de la actividad docente como un caso específico de gestión de entorno dinámico, y la articulación de la didáctica de las matemáticas y la psicología ergonómica en el marco teórico del Doble Enfoque iniciado por Robert y Rogalski, se añade una dimensión instrumental para tener en cuenta el papel de las técnicas de la información (TICE).

Palabras clave: Didáctica profesional, Didáctica de las matemáticas y la Informática, Campos conceptuales, Transposición

Migration de concepts de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle

Résumé

La migration des concepts de la didactique des mathématiques à la didactique professionnelle est étudiée dans le contexte français (avec les références théoriques à Vergnaud, Brousseau, Chevallard, et à Pastré). Les grands concepts considérés sont ainsi les champs conceptuels, les situations didactiques, la transposition didactique et les concepts pragmatiques. On montre l'importance de l'analyse épistémologique et de la prise en compte de leur complexité conceptuelle dans les deux didactiques disciplinaires alors que l'analyse des situations (et de leur transposition) est au cœur de la didactique professionnelle. Certains des concepts ont migré directement en didactique professionnelle : situation didactique (ou milieu didactique), contrat didactique, transposition didactique. D'autres sont propres à la didactique professionnelle, dans laquelle la notion de concepts pragmatiques, introduite par Pastré, joue un rôle central. La genèse de la didactique professionnelle est mise en relation avec la mise en relation de deux communautés scientifiques soutenues par le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) : un groupement de recherches (GDR) en

¹**Nota editorial:** Traducción autorizada al español del artículo original: Rogalski, J. (2021). Migration de concepts de la didactique des mathématiques vers la didactique professionnelle. *Éducation Permanente*, 228, 19–30. Traducción realizada por María Rita Otero.

didactique des disciplines scientifiques et un GDR de psychologie cognitive ergonomique, considérant l'activité de travail. La conclusion de l'article discute des apports de la didactique professionnelle à la didactique des mathématiques, avec l'analyse de l'activité enseignante comme un cas spécifique de gestion d'environnement dynamique, et l'articulation de la didactique des mathématiques et la psychologie ergonomique dans le cadre théorique de la Double Approche initié par Robert et Rogalski, il s'y ajoute une dimension instrumentale pour la prise en compte du rôle des techniques de l'information (TICE).

Mots clés: didactique professionnelle, didactique des mathématiques et de l'informatique, champs conceptuels, transposition

Migration of concepts from mathematics didactics to professional didactics

Abstract

The migration of concepts from mathematics didactics to professional didactics is studied in the French context (with theoretical references to Vergnaud, Brousseau, Chevallard, and Pastré). The major concepts considered are thus conceptual fields, didactic situations, didactical transposition and pragmatic concepts. We show the importance of epistemological analysis and considering their conceptual complexity in both disciplinary didactics while the analysis of situations (and their transposition) is at the heart of professional didactics. Some of the concepts have migrated directly into professional didactics: didactic situation (or didactic environment), didactic contract, didactical transposition. Others are specific to professional didactics, in which the notion of pragmatic concepts introduced by Pastré plays a central role. The genesis of professional didactics is linked to the linking of two scientific communities supported by the CNRS (Centre national de la recherche scientifique): a research group (GDR) in didactics of scientific disciplines and a GDR of ergonomic cognitive psychology, considering work activity. The conclusion of the article discusses the contributions of professional didactics to mathematics didactics, with the analysis of teaching activity as a specific case of dynamic environment management, and the articulation of mathematics didactics and ergonomic psychology in the theoretical framework of the Double Approach initiated by Robert and Rogalski, there is added an instrumental dimension for taking into account the role of information technology (ICT).

Keywords: Mathematics Didactics and computer science; Conceptual fields; Transposition.

Migração de conceitos da didática da matemática para a didática profissional

Resumo

A migração de conceitos da didática da matemática para a didática profissional é estudada no contexto francês (com referências teóricas a Vergnaud, Brousseau, Chevallard e Pastré). Os principais conceitos considerados são campos conceituais, situações didáticas, transposição didática e conceitos pragmáticos. A importância da análise epistemológica e da consideração de sua complexidade conceitual é demonstrada tanto na didática específica de cada disciplina, quanto na análise de situações (e sua transposição), que é central para a educação profissional. Alguns conceitos migraram diretamente para a educação profissional: situação didática (ou ambiente didático), contrato didático e transposição didática. Outros são específicos da educação profissional, na qual a noção de conceitos pragmáticos, introduzida por Pastré, desempenha um papel central. A gênese da didática profissional está ligada à colaboração entre duas comunidades científicas apoiadas pelo CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica): um grupo de pesquisa (GDR) em didática das disciplinas científicas e um GDR em psicologia ergonômica cognitiva, com foco na atividade laboral. O artigo conclui discutindo as contribuições da didática profissional para a didática da matemática, analisando a atividade docente como um caso específico de gestão de um ambiente dinâmico e articulando a didática da matemática e a psicologia ergonômica dentro da estrutura teórica da Abordagem Dual, proposta por Robert e Rogalski. Uma dimensão instrumental também é adicionada para considerar o papel das tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Palavras-chave: Didática profissional; Didática da matemática e da informática; Campos conceituais; Transposição.

1. INTRODUCCIÓN

Abordaremos esta cuestión según la tradición francesa, partiendo inicialmente de los marcos teóricos de Piaget, por un lado, y de Bachelard, por otro, en lo que respecta a la

dimensión epistemológica de las referencias. En la didáctica de las matemáticas, las influencias son las de Vergnaud (Teoría de los campos conceptuales), en su articulación con el problema del desarrollo cognitivo; las de Brousseau, en lo que respecta a diversos conceptos didácticos (contrato

didáctico, situaciones didácticas, etc.); y las de Chevallard, en lo relativo al análisis epistemológico (principalmente el de la transposición didáctica). Los movimientos conceptuales desde la didáctica de las matemáticas hacia la formación profesional también han pasado por la enseñanza de la informática. En efecto, la informática tiene fuertes afinidades conceptuales con las matemáticas, particularmente a través de los algoritmos, la lógica y la demostración. Pero, además, su naturaleza como tecnología material la acerca a los campos técnicos que vieron nacer la formación profesional.

En lo que respecta a la enseñanza de las matemáticas y la informática, un punto en común clave es el enfoque epistemológico (la didáctica de un contenido “sabio”, *Fachdidaktik*). Esto se refleja en la terminología relacionada con el enfoque didáctico, compartida por Francia y Alemania. Dos referencias a conferencias orientadas a la confrontación de enfoques revelan explícitamente comunidades científicas distintas: la primera conferencia francoalemana sobre la didáctica de las matemáticas y la informática incluye explícitamente la *didáctica* en su título, tanto para la informática como para las matemáticas (Laborde, 1988) (nota 1). La diferencia con los enfoques anglófonos aparece en un trabajo de un coloquio sobre el estudio de la enseñanza de las matemáticas, donde las perspectivas francesa y anglófona hablan respectivamente de *“didáctica de las matemáticas”* y *“educación matemática”* (Jaworski y Robert, 2018). En el trabajo coordinado por C. Laborde, se puede identificar la aplicación directa de conceptos de la enseñanza de las matemáticas a la informática. Pero también se encuentra una característica de la enseñanza de la informática que justifica su posición como puente con la formación profesional: la importancia de las representaciones del sistema informático (Rogalski, 1988) para el aprendizaje de la programación. La dimensión material y técnica de la informática —y de la programación informática misma— se comparte de hecho con los campos técnicos para los que Pastré (1992) enfatizó el lugar de las representaciones de dispositivos técnicos en la actividad de los operadores.

En este artículo, consideraremos la perspectiva didáctica y contextualizaremos nuestros análisis dentro de la investigación francesa (y en ocasiones francófona). En este sentido, seguimos a Gert Schubring, quien enfatiza la dimensión contextual como esencial en el enfoque de las teorías de la educación matemática (TEM) (Schubring, 1988, pp. 162-163):

“[...] los educadores matemáticos no existen como individuos aislados: tienen que trabajar dentro de instituciones, generalmente de educación superior. [...] Por lo tanto, las preguntas iniciales: ¿quiénes son, o quiénes fueron, los educadores matemáticos?, son casi idénticas a las preguntas: ¿en qué instituciones de un país trabajaban/trabajan los educadores matemáticos? y: ¿qué objetivos tienen estas instituciones? ¿qué papel desempeña la investigación en las funciones oficiales de los profesionales?”

En cuanto a la referencia teórica en didáctica profesional, conservamos la iniciada en la tesis de P. Pastré (1992), cuyo desarrollo presenta en (Pastré, 2011).

2. UNA VISIÓN GENERAL DEL DESARROLLO DE LOS DIFERENTES CAMPOS DE LA DIDÁCTICA, DESDE LAS ASIGNATURAS ESCOLARES HASTA EL ÁMBITO PROFESIONAL

Los diversos campos de la didáctica tienen una historia relativamente reciente en comparación con los ámbitos que abordan, lo cual ha influido en su génesis y desarrollo. Las matemáticas son una ciencia “antigua”. Su papel en la educación de los estudiantes fue importante desde la segunda mitad del siglo XIX, y los matemáticos participaron en este debate de forma estructurada desde principios del siglo XX. La didáctica de la informática y la didáctica profesional son disciplinas más recientes, por diferentes razones. Una primera razón obvia es el despliegue mucho más reciente de la propia informática y, con mayor razón, las cuestiones de su enseñanza sistemática en la educación general (para una historia de estos comienzos, véase Baron, 1987). La investigación sobre el aprendizaje de la informática fue inicialmente objeto de estudio de la psicología ergonómica, dentro de un marco no didáctico (Rouanet y Gâteau, 1967). El objetivo principal era comprender los problemas que encontraban los profesionales en relación con los lenguajes de programación (Hoc, 1983). En Francia, fue la introducción experimental de una asignatura optativa de informática a partir del segundo curso de secundaria (en los años 80-90) lo que contribuyó al desarrollo de la didáctica de la informática como disciplina (y no la enseñanza de un lenguaje especializado como en los contextos de formación profesional).

A diferencia de las dos didácticas anteriores, la didáctica profesional no se rige por un cuerpo predefinido de conocimientos y prácticas: cada campo profesional posee su propio saber, técnicas, herramientas y estructura organizativa. De hecho, la didáctica profesional ha tenido, desde sus inicios, un carácter deliberadamente unificador. Una dimensión de esta unidad reside en una metodología derivada de la ergonomía cognitiva: el análisis de tareas y el análisis de las actividades de los profesionales en situaciones laborales. La psicología ergonómica (ergonomía cognitiva, en términos anglosajones) propone categorizaciones de situaciones y, por lo tanto, se presenta como un instrumento metodológico de la didáctica profesional. El objetivo suele ser doble: por un lado, informar al propio campo de estudio sobre el posible diseño o mejora de situaciones de formación; por otro, permitir generalizaciones que descontextualicen conceptos y métodos y destaqueen procesos comunes.

En lo que respecta a la informática, todavía no existe (en 2021) una tradición establecida en la educación general (aunque se ha definido un plan de estudios general), lo que ayuda a distinguir su enseñanza de la de las matemáticas. De hecho, originalmente tiene puntos en común con la didáctica profesional, debido a la naturaleza tecnológica de la informática y la diversidad de múltiples prácticas profesionales, desde informáticos hasta profesionales de los muchos campos que la utilizan como herramienta (como lo demuestra el trabajo editado por G.-L. Baron, E. Bruillard y B. Drot-Delange; 2015). En la 7.ª Escuela de Verano sobre Didáctica de las Matemáticas, ya se destacó la diversidad de comunidades interesadas en la enseñanza de la informática: «psicólogos, informáticos, profesores de informática,

profesores de matemáticas y pedagogos, [quienes] tienen cada uno su propio enfoque particular» (Rogalski, 1990, p. 408). La participación de los matemáticos en la didáctica de las matemáticas ha sido principalmente indirecta, mediada por la formación de profesores de matemáticas en las universidades. Por el contrario, los profesores e investigadores de informática han desempeñado un papel directo en la implementación de su enseñanza dentro de la asignatura optativa de informática en las escuelas secundarias.

Además, la programación informática inicialmente involucró a profesionales, de ahí las preguntas iniciales en psicología ergonómica, como en Francia con J.-M. Hoc, cuestionando la actividad real en relación con los estándares de programación enseñados y en principio impuestos en el campo profesional (Hoc, 1983). Sin duda, el impacto de la introducción de LOGO en las aulas ha suscitado preguntas que se cruzan con las de la didáctica de las matemáticas. De hecho, fue principalmente el contenido lo que se cuestionó, como en el número especial de *Psychologie Française* sobre lenguajes de programación en la educación (Hoc y Mendelsohn, 1987). Sin embargo, Rogalski y Vergnaud vinculan explícitamente la actividad de programación estudiada entonces en la ergonomía cognitiva y la didáctica de la informática. Esta es una de las razones por las que hablo de la didáctica de la informática como una “transición” entre la didáctica de las matemáticas y la didáctica profesional (Nota 2).

3. UNA PERSPECTIVA DE DIDÁCTICAS DISCIPLINARES: UN ENFOQUE PARALELO DE LA COMPLEJIDAD CONCEPTUAL EN LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS Y EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

Desde el punto de vista de la complejidad conceptual para los estudiantes, la intervención de la Escuela de Verano puso de relieve dos puntos centrales, tanto para la informática como para las matemáticas: por un lado, la importancia de los prerequisitos en el campo conceptual implicado, desde el punto de vista de los instrumentos de razonamiento y desde el punto de vista de los sistemas de representación; por otro lado, la lenta evolución de los modelos empleados por los estudiantes cuando se abordan conceptos nuevos y cognitivamente complejos, como objetos y no solo como herramientas, aunque los procedimientos matemáticos puedan traducirse fácilmente al paradigma de la programación imperativa (el de los lenguajes utilizados en la escuela secundaria).

Desde el inicio de la intervención de la informática en el sistema educativo, se inició un debate entre J. Hebenstreit y J. Arsac sobre las características de herramienta —objetivo esencial para el primero— u objeto —que debía introducirse para el segundo— (Arsac, 1976/2002; Hebenstreit, 1976/2002).

La relación conceptual entre las matemáticas y la informática ha revelado conexiones complejas. Dos de ellos destacan: el concepto de variable y la recursión. El concepto de variable “existe” de manera diferente en matemáticas e informática. La variable matemática es un precursor del concepto de informática (en estudios de secundaria superior – grados 10-

12), con características “productivas” – que ayudan a los estudiantes a adquirir conocimiento de la variable informática – y características “reductivas” – que causan representaciones y procesamientos inapropiados. La compleja situación de la variable informática fue analizada en detalle por R. Samurçay (1985), quien sigue siendo una figura clave en la enseñanza de la programación.

La recurrencia en matemáticas y la recursividad en programación informática están estrechamente vinculadas conceptual y cognitivamente. En ambos contextos de enseñanza, los estudiantes encuentran dificultades significativas, y la búsqueda de situaciones didácticas que les permitan superar lo que parece ser un obstáculo epistemológico converge. Los lenguajes de programación funcional que «fuerzan» el uso de la recursividad podrían ser una herramienta útil en este sentido; sin embargo, la introducción actual de la programación informática en la educación secundaria (en Francia) se realiza a través de las matemáticas y el uso de algoritmos, cuyo modelo más inmediato es la transposición de procedimientos ya conocidos en matemáticas.

Además, desde la perspectiva de la didáctica propiamente dicha, la introducción de la programación en la enseñanza ha llevado a una diferenciación entre dos enfoques, uno “orientado por los conceptos” y el otro “orientado por los problemas” (Rogalski, 1990 p. 420). Estos enfoques están profundamente ligados a la determinación del conocimiento que se pretende enseñar y del conocimiento que realmente se enseña en el aula, existiendo una doble transposición: «transposición de una organización conceptual de la disciplina informática» y «transposición de prácticas profesionales de diseño y “monitorización” de programas y sistemas informáticos» (op. cit., p. 421).

La cuestión de esta doble transposición surge de la introducción de la programación informática, lo que llamamos alfabetización informática; un proceso similar existe, sin duda, en la práctica matemática de los matemáticos, aunque no se manifiesta desde los primeros contactos con los conceptos matemáticos, sino solo más allá de la formación general. Este proceso de transposición de la práctica profesional acercará, por tanto, la didáctica de la informática a la didáctica profesional. En este sentido, abordaremos posteriormente las relaciones entre los conceptos de ambos campos.

4. UNA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN QUE ARTICULA CONCEPTOS DE DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS CON CONCEPTOS DE DIDÁCTICA PROFESIONAL.

La obra de síntesis de P. Pastré sobre la didáctica profesional (Pastré, 2011) presenta una rica historia sobre el “Nacimiento de la didáctica profesional” (pp. 11-57). Revela una tradición de la didáctica profesional, originada en la educación de adultos, que converge con la proveniente de la didáctica de las matemáticas, a la que me referí anteriormente. Una segunda tradición surge de la teorización en su propia obra, en su tesis doctoral (1992), que incluye prominentemente el término «didáctica profesional» en su título. Posteriormente presenta su historia y orígenes en un estudio sobre dibujo técnico, de P. Rabardel y P. Véron, “que aborda la cuestión

de la didáctica de las técnicas [que] colocará al hombre en el centro del proceso tecnológico. [...] Estamos en el marco de una didáctica disciplinar, la del dibujo técnico..." (Pastré, 2011, p. 14).

Sin embargo, el acercamiento entre la didáctica de las matemáticas y la informática y la didáctica de la tecnología sólo se producirá marginalmente a través de la participación de P. Rabardel en el GDR de la didáctica de las disciplinas. Además, en un trabajo coordinado por Y. Lenoir y P. Pastré (Didáctica profesional y didácticas disciplinares en debate, 2008), Habboub, Lenoir y Tardif analizan un corpus de investigaciones de la Europa francófona, demostrando que los estudios de didáctica profesional, donde la formación se orienta al desarrollo de competencias profesionales, son abrumadoramente dominantes, junto con las publicaciones sobre «didáctica de saberes profesionales» (DSP) en el contexto de la educación técnica (como fue el caso del dibujo técnico). Estos son típicamente saberes "herramientas" que no se identifican con el corpus de saberes "objeto" organizados en disciplinas académicas, que son en sí mismas, objetos de la didáctica disciplinar (Raisky, 1993, p. 115, citado por Habboub et al. op. cit. p. 37) (nota 3).

Desde una perspectiva institucional, en Francia, ciertos actores e instituciones han impulsado una corriente de didáctica profesional inspirada en enfoques de la enseñanza de las matemáticas, integrándolos en un marco de psicología ergonómica. Esta corriente enfatiza el análisis de las situaciones laborales y la organización de la actividad. Inicialmente, se centró específicamente en el control de procesos; posteriormente, el análisis se amplió para incluir la gestión de situaciones (o entornos) dinámicos. La institución central en Francia para este movimiento es el CNRS (Centro Nacional para la Investigación Científica), que apoya equipos de investigación y proyectos de coordinación tanto a nivel nacional (a través de Grupos de Investigación - GDR) como internacional.

El GDR "Didáctica de las Disciplinas Científicas" integró desde sus inicios la didáctica de la informática en el proyecto GRECO de 1984, con el siguiente tema: "Significado y funcionamiento de los conceptos informáticos para los estudiantes en interacción con el desarrollo del conocimiento matemático y físico". (De hecho, el trabajo sobre este tema se centrará principalmente en los propios conceptos informáticos).

El GDR «Psicología Ergonómica» (2006-2011) (nota 4) incluye un grupo temático, dirigido por J.-M. Boucheix, denominado «Gestión de la Formación y las Competencias». Este grupo incorpora explícitamente la didáctica profesional y describe un formato de cuatro pasos para el diseño de la formación profesional: análisis de la actividad, transposición didáctica (o reconstrucción selectiva de la situación de referencia, que implica conservar total o parcialmente las funcionalidades de la situación laboral de referencia), diseño de situaciones de aprendizaje y, finalmente, su evaluación. Boucheix destaca que «muy pocos estudios abordan el problema de evaluar los efectos de la formación [...]. Asimismo, la investigación sobre la actividad y el rol del formador está en sus inicios. La organización del diseño de estas situaciones difiere considerablemente de la del diseño de la enseñanza de las matemáticas».

Estas observaciones siguen siendo relevantes, a pesar de que desde entonces se ha desarrollado el análisis de la actividad de los docentes (sobre todo de los profesores de matemáticas) y formadores: la evaluación, por parte de los docentes, sigue siendo la «Cenicienta» de la investigación didáctica. Abboud et al. (de próxima publicación) destacaron la dificultad de esto en el ámbito de la formación de los profesores de matemáticas, dada la compleja interacción de variables. En el ámbito profesional, se observa con frecuencia que la evaluación se reduce a la adquisición de procedimientos, centrándose en el desempeño de los estudiantes (practicantes) y no en lo que lo sustenta: la competencia, que incluye el conocimiento operativo y la capacidad de desenvolverse como participante activo. La evaluación de la propia formación suele basarse en la retroalimentación reflexiva de los participantes, es decir, desde la perspectiva intrínseca de los actores, en lugar de desde una perspectiva extrínseca que busque identificar las competencias adquiridas.

5. MOVIMIENTOS CONCEPTUALES Y METODOLÓGICOS DE LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS A LA DIDÁCTICA PROFESIONAL

La didáctica profesional se nutrió inicialmente de conceptos procedentes de los marcos teóricos de G. Vergnaud, quien siempre defendió el lugar de la psicología del desarrollo y la psicología educativa en el campo de la didáctica. (Las figuras clave en este campo son: G. Vergnaud, Teoría de los Campos Conceptuales (TCC); G. Brousseau, Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD); e Y. Chevallard, Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD)).

Algunos de estos conceptos se incorporaron directamente a la didáctica profesional: situación didáctica (o entorno didáctico), contrato didáctico y transposición didáctica. Actualmente se utilizan con frecuencia como conceptos en acción, especialmente identificables en debates sobre situaciones de formación profesional mediante simulación. El término «situación de formación», si bien es más común, tiene en realidad menor relevancia teórica que el de situación didáctica.

A menudo se encuentra en acto, el concepto de contrato didáctico. En el estudio del desarrollo de situaciones de formación, la discusión puede centrarse en el modo de participación de los "aprendices": ¿buscan satisfacer las demandas de la situación o las expectativas del formador (o intentan lograr un compromiso entre ambas, explicando cómo su actividad responde a lo que el formador les ha enseñado)?

En didáctica profesional, el concepto de "transposición" del saber (uno de los conceptos centrales de la TAD, ampliamente compartido en la comunidad de la didáctica de las matemáticas) se transpone a su vez en la transposición de situaciones. Esto implica pasar de las situaciones objetivo de la formación en un campo profesional (a veces llamadas «situaciones auténticas») a situaciones didácticas cuyo procesamiento por parte de los alumnos se estructurará dentro de un marco formativo. El objetivo es que las situaciones transpuestas desempeñen un papel formativo (lo que podría relacionarse con la búsqueda de un estatus de situación a didáctica en la TSD). De hecho, la actividad resultante puede entenderse como una forma de compromiso por parte de los

practicantes entre el cumplimiento del contrato didáctico y el abordaje efectivo de la situación. La noción de validez epistemológica en la didáctica disciplinar corresponde entonces a la preservación de la conceptualización esperada de la situación formativa, es decir, tanto del conocimiento involucrado como de la relación de los alumnos con este conocimiento (Vadcard, 2017, p. 88).

Las nociones relacionadas de «concepto pragmático» y «estructura conceptual de la situación» fueron desarrolladas por P. Pastré para analizar la actividad profesional. Estas nociones trasponen los conceptos de la teoría de los campos conceptuales de G. Vergnaud al estudio de situaciones de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes dentro de un dominio disciplinar. Un estudio detallado de este tema se llevó a cabo en Vidal-Gomel y Rogalski (2007). Este estudio cita ejemplos accesibles de conceptos pragmáticos que aparecen en el ámbito de la lucha contra incendios forestales: el eje de propagación, la velocidad del fuego, el frente, los flancos y la retaguardia del incendio se relacionan con el objetivo de la acción. Algunos parámetros son meteorológicos, otros están relacionados con el terreno donde se desarrolla el incendio. Los indicadores son los proporcionados por los bomberos. Los modos de acción forman parte de la estructura conceptual: acciones ofensivas (avanzar hacia el fuego para atacarlo) o acciones defensivas (proteger las zonas sensibles). La identificación de conceptos pragmáticos exige una inversión en el campo que es la contraparte del trabajo epistemológico en la didáctica de las matemáticas o la informática, y plantea problemas metodológicos que aún están abiertos.

Desde un punto de vista metodológico, es el análisis de la actividad desde la psicología ergonómica el que introduce una dimensión esencial en la transición de la didáctica de las matemáticas a la didáctica profesional, que ya había sido preparada por la teoría de Vergnaud, otorgando un lugar decisivo al par "analizar la tarea matemática" para "estudiar la actividad del estudiante". No se trata de una transposición directa, sino de un cambio significativo en el enfoque del estudio: el conocimiento derivado de la actividad pasada de una comunidad científica (por ejemplo, los matemáticos) ya no es el centro del análisis, sino que el objetivo es la conceptualización de la acción en un contexto profesional. En otras palabras, se podría hablar de una transposición de la dimensión epistémica a la pragmática.

Otro componente de esta transposición se refiere al alcance organizativo y temporal del análisis de la actividad profesional: en la enseñanza de las matemáticas, el análisis de las tareas y evaluaciones de los estudiantes se realiza esencialmente en un plazo breve (nota 5). En la formación profesional, la variabilidad es mayor. Se pueden citar dos ejemplos. Uno es un estudio sobre la adquisición de habilidades por parte de alumnos conductores durante un

curso de autoescuela, con una duración relativamente larga y cinco puntos de encuentro a lo largo de 40 horas de formación (Boccaro, 2011). El otro es un estudio de Cerf et al. (Cerf, Guillot y Olry, 2011) que se centra en una intervención con agricultores, denominada «formación práctica», que se desarrolla a lo largo de tres sesiones de uno o dos días: implica no sólo la posible adquisición de nuevas habilidades, sino también posibles cambios en la identidad profesional. Esta cuestión de la identidad profesional, que tiene una fuerte dimensión social, está presente en la investigación sobre formación y desarrollo profesional; sin embargo, tiene poca relevancia para los estudiantes de matemáticas —o informática— en la educación general.

6. DISCUSIÓN: ¿UN RETORNO DE LA DIDÁCTICA PROFESIONAL HACIA LA DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS?

Si consideramos la didáctica profesional como un análisis de la actividad con fines formativos, ella se presenta como un desarrollo de la psicología ergonómica. Esta última ya ha influido en la didáctica de las matemáticas al menos en dos direcciones. La primera ha sido el análisis de la actividad docente como un caso específico de gestión de un entorno dinámico, abierto y humano (dirigido a otros actores) (Rogalski, 2003). Esta conexión se ha desarrollado aún más bajo el nombre de Enfoque Doble (Robert y Rogalski, 2002); este enfoque articula la didáctica de las matemáticas y la psicología ergonómica, añadiendo una dimensión instrumental para dar cuenta del papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Proporciona un marco integral para el estudio de la actividad docente y el diseño de situaciones formativas (Abboud, Robert y Rogalski, 2021). Actualmente, es una de las teorías de la didáctica de las matemáticas implementadas para estudiar la relación enseñanza-aprendizaje y para orientar la formación docente (Vandebrouck, 2013). Una segunda línea de investigación proviene del enfoque instrumental desarrollado por P. Rabardel en psicología ergonómica y didáctica profesional. Uno de sus desarrollos importantes es el estudio de los recursos de los profesores de matemáticas (Gueudet y Trouche, 2010). Por otro lado, el impacto de los conceptos y métodos desarrollados en la didáctica profesional no es actualmente muy visible en la didáctica de la informática. El análisis de la actividad de programación sigue siendo marginal en comparación con el renovado énfasis en la adquisición de conceptos. Este último aspecto está ahora estrechamente vinculado a los conceptos matemáticos debido a la importancia de los algoritmos en el currículo, como contenido común a ambas disciplinas (nota 5). Esta situación podría cambiar con el compromiso institucional de integrar elementos de programación mucho antes en la educación general.

Notas

1. La existencia de un dispositivo de hardware distingue la programación informática de los algoritmos matemáticos; ambos están estrechamente vinculados en el currículo actual de la educación secundaria general en Francia.
2. Además, históricamente, un pequeño grupo de investigadores, liderado por Gérard Vergnaud, pasó de la enseñanza de las matemáticas a la formación profesional, desarrollando simultáneamente investigaciones sobre la programación informática y su enseñanza.
3. Este conocimiento ha sido poco estudiado: en la revisión de Habboud et al. (Op. cit.) Sólo una publicación (de 85) de un autor distinto a Raisky se atribuye la autoría.

3. Este GDR (Grupo de Investigación) fue ampliado por la asociación ARPEGE (Asociación para la Investigación en Psicología Ergonómica y Ergonomía).
4. Los recorridos de estudio e investigación (REI) desarrollados en el marco de la TAD (Transformación Digital) se extienden durante un período bastante largo, pero se centran en la organización de la enseñanza y no en el aprendizaje del alumnado.
5. Sin embargo, podemos citar un artículo emblemático de S. Modeste (2020) que abre nuevas posibilidades: "Teniendo en cuenta la epistemología de los algoritmos. ¿Qué aportaciones desde un modelo de concepción? ¿Qué transposición didáctica? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 40(3), 363-404». Presenta modelos esquemáticos de la actividad de diseño de algoritmos (p. 374) y especifica que "no buscamos describir las actividades o prácticas que se pueden desarrollar para abordar estos problemas", aclarando que "esta es una perspectiva para la continuación del trabajo".

REFERENCIAS

- Abboud, M.; Robert, A.; Rogalski, J. (2021). « Interroger les pratiques de formation des professeurs de mathématiques : orientations de recherche et perspectives (un agenda) ». *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*.
- Arsac, J. 1976/2002. « Clefs pour l'introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire.» *Bulletin de liaison de la section « informatique et enseignement » de l'INRDP*. Paris, INRDP / Association EPI.
- Baron, G.-L. (1987). *La constitution de l'informatique comme discipline scolaire : le cas des lycées*. Thèse de doctorat, Université Paris Descartes.
- Baron, G.-L. ; Bruillard, E. ; Drot-Delange, B. (dir. publi.) 2015. *L'information en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal.
- Boccara, V. (2011). *Développement des compétences en situation de tutelle au cours de la formation à la conduite automobile : apports croisés de la psychologie ergonomique et de la psychologie sociale*. Thèse de Psychologie ergonomique, Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis.
- Breton, Ph. ; Dufourd, G. ; Hellmann, E. (1990). *L'option informatique au lycée*. Paris, Hachette.
- Cahour, B. ; Lancry, A. (2011). « Émotions et activités professionnelles et quotidiennes. Introduction du numéro spécial " Émotions et activités " ». *Le Travail humain*. N°74(2), p. 97-106.
- Cerf, M.; Guillot, M.-N.; Olry, P. (2011). « Acting as a change agent in supporting sustainable agriculture: How to cope with new professional situations? » *The Journal of Agricultural Education and Extension*, N°17(1), p. 7-19.
- Gueudet, G.; Trouche, L. (dir. publi.) (2010). *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs de mathématiques*. Rennes / Lyon, Presses Universitaires de Rennes / INRP.
- Habboub, E.M. ; Lenoir, Y. ; Tardif, M. (2008). La didactique professionnelle et la didactique des savoirs professionnels dans la documentation scientifique : un essai de synthèse des travaux francophones. Dans : Y. Lenoir ; P. Pastré (dir. publi.). *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat*. Toulouse, Octarès, p. 21-52.
- Hebenstreit, J. 1976/2002. « Apport spécifique de l'informatique et de l'ordinateur à l'enseignement secondaire. (Conférence Grenoble, Juin 1973) » *Bulletin de liaison de la section « informatique et enseignement » de l'INRDP*. INRDP / Association EPI.
- Hoc, J.M. (1983). « La psychologie de la programmation : la percée d'une démarche empirique dans un environnement normatif. » *Le Travail Humain*. N°46, p. 205-217.
- Hoc, J.M.; Mendelsohn, P. (1987). « Introduction au numéro spécial : les langages informatiques dans l'enseignement. » *Psychologie Française*. N°32, p. 212-215.
- Jaworski, B., ; Robert, A. (2018). « Des recherches en didactique des mathématiques anglaises et françaises : bilan et mise en discussion des perspectives théoriques et des principales questions abordées.» *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Special issue English-French*. p. 189-204.
- Laborde, C. (dir. publi.) (1988). *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- Lagrange, J.-B., Rogalski, J. (2017). « Savoirs, concepts et situations dans les premiers apprentissages en programmation et en algorithmique.» *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*. N° 22, p. 91-118.
- Lenoir, Y. ; Pastré, P. (dir. publi.) (2008). *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débat*. Toulouse, Octarès.
- Mayen, P. (2020). « Les affects comme organisateurs de l'activité. » *Travail et Apprentissages*. N° 20, p. 9-33.
- Modeste, S. (2020). « Prendre en compte l'épistémologie de l'algorithme. Quels apports d'un modèle de conceptions ? Quelle transposition didactique ? » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 40(3), p. 363-404.
- Pastré, P. (1992) *Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle : rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées*. Thèse, Université Paris Descartes.
- Pastré, P. (2011). *La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes*. Paris, PUF.
- Raisky, C. (1993). Problème du sens des savoirs professionnels agricoles, préalable à une didactique. Dans : P. Jonnaert ; Y. Lenoir (dir. publi.). *Didactique du sens et sens des didactiques*. Sherbrooke, Editions du CRP, p. 101-121.
- Robert, A. ; Rogalski, J. (2002). « Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques :

une double approche. » *La Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies (RCESMT / CJSMTE)*. N° 2(4), p. 505-528.

Rogalski, J. (1988). Les représentations mentales du dispositif informatique dans l'alphabétisation. Dans C. Laborde (dir. publi.) *Actes du premier colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique*. Grenoble, La Pensée sauvage. p. 235-245.

Rogalski, J. (1990). « Didactique de l'informatique et acquisition de la programmation. » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 9 (3), p. 407-425.

Rogalski, J. (2003). « Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. » *Recherches en Didactique des Mathématiques*. N° 23(3), p. 343-388.

Rogalski, J. (2015). Psychologie de la programmation, didactique de l'informatique : déjà une histoire ... Dans : G.-L. Baron ; E. Bruillard, ; B. Drot-Delange (dir. publi.). *L'information en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand, Presses Universitaires Blaise Pascal. p. 279-305.

Rogalski, J. ; Samurçay, R. (1994). Modélisation d'un savoir de référence et transposition didactique dans la formation de professionnels de haut niveau. Dans : J. Arsac ; Y. Chevallard ; J.-L. Martinand ; A. Tiberghien (dir. publi.). *La transposition didactique à l'épreuve*. Grenoble, La Pensée Sauvage. p. 35-71.

Samurçay, R. (1985). « Signification et fonctionnement du concept de variable informatique chez les élèves débutants. » *Educational Studies in Mathematics*. N°16(2), p. 143-161.

Schubring, G. (1988). Factors determining theoretical developments of mathematics education as a discipline – comparative historical studies of its institutional and social contexts. Dans: *Foundations and methodology of the discipline mathematics education, didactics of mathematics* (pp. 161-173). MTE. Bielefeld, RFA ; Antwerpen, NL. p. 161-173.

Vadcard, L. (2017). « Un essai de caractérisation du didactique. » *Recherches en Education*. N°28, p. 84-93.

Vandebrouck, F. (dir. publi.) 2013. *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*. Toulouse, Octarès.

Vidal-Gomel, C. ; Rogalski, J. (2007). « Conceptualisation et concepts pragmatiques. » *Activités*. N°4(1), p. 49-84.