

## RELACIÓN ENTRE DIDÁCTICA PROFESIONAL E INGENIERÍA DIDÁCTICA DEL DESARROLLO: UNA DISCUSIÓN PARA LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS

### *RELAÇÃO ENTRE A DIDÁTICA PROFISSIONAL E A ENGENHARIA DIDÁTICA DE DESENVOLVIMENTO: UMA DISCUSSÃO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA*

### *CONNECTION BETWEEN PROFESSIONAL DIDACTICS AND DEVELOPMENT DIDACTIC ENGINEERING: A DISCUSSION FOR THE FORMATION OF MATHEMATICS TEACHERS*

Francisco Régis Vieira ALVES<sup>1</sup>  
Georgyana Gomes CIDRÃO<sup>2</sup>

**RESUMEN:** Este trabajo tiene como objetivo liderar la discusión entre la Ingeniería del Desarrollo Didáctico, una importante metodología francesa utilizada durante cuatro décadas en la educación francesa que surge de la Didáctica de las Matemáticas, junto con la Didáctica Profesional, una vertiente francófona que construye el aprendizaje profesional, con el objetivo de construir dispositivos para el inicial. o formación continua de profesores, de especial interés, profesores de matemáticas. La discusión se basa en el punto de vista de Chevallard (2009), Pastré, Mayen y Vergnaud (2006), Pastré (2008) y Alves (2018a; 2018b; 2019; 2020). La síntesis de las investigaciones analizadas muestra que Didáctica de las Matemáticas y Didáctica Profesional, mantiene una tenue línea en lo que concierne a la formación de profesores.

**PALABRAS CLAVE:** Didáctica profesional. Ingeniería didáctica del desarrollo. Formación de profesores.

**RESUMO:** Este trabalho tem por objetivo levar a discussão entre a Engenharia Didática de Desenvolvimento, uma importante metodologia francesa usada por quatro décadas na educação francesa advinda da Didática da Matemática, juntamente com a Didática Profissional, uma vertente francófona que constrói a aprendizagem profissional, visando construir dispositivos para a formação inicial ou continuada de professores, de interesse particular, professores de Matemática. A discussão se baseia no ponto de vista de Chevallard (2009), Pastré, Mayen e Vergnaud (2006), Pastré (2008) e Alves (2018a; 2018b; 2019; 2020). A síntese das pesquisas analisadas mostra que a Didática da Matemática e a Didática Profissional mantém uma linha tênue no que concerne à formação de professores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Didática profissional. Engenharia didática de desenvolvimento. Formação de professores.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência y Tecnología en Ceará (IFCE), Fortaleza – CE – Brasil. Coordinador del Doctorado RENOEN – Polo IFCE. Doctorado en Educación (UFC). Becaria de Productividad en Investigación del CNPq - Nivel 2. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3710-1561>. E-mail: [fregis@ifce.edu.br](mailto:fregis@ifce.edu.br)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência y Tecnología en Ceará (IFCE), Fortaleza – CE – Brasil. Máster por el Programa de Posgrado en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4401-5904>. E-mail: [georgyanacidrao28@gmail.com](mailto:georgyanacidrao28@gmail.com)

**ABSTRACT:** *This work aims to lead the discussion between Didactic Development Engineering, an important French methodology used for four decades in French education arising from Didactics of Mathematics, along with Professional Didactics, a francophone strand that builds professional learning, aiming build devices for the initial or continuing education of teachers, of particular interest, mathematics teachers. The discussion is based on the point of view of Chevallard (2009), Pastré, Mayen and Vergnaud (2006), Pastré (2008) and Alves (2018a; 2018b; 2019; 2020). The synthesis of the analyzed researches shows that Didactics of Mathematics and Professional Didactics, maintains a tenuous line in what concerns the formation of teachers.*

**KEYWORDS:** *Professional didactics. Development didactic engineering. Teacher training.*

## Introducción

Por los compendios investigativos sobre la Didáctica de la Matemática de origen francés es que inicialmente entenderemos la Ingeniería Didáctica y su evolución en el campo de la Educación y la Enseñanza, y cómo la Didáctica Profesional ha tomado espacio actualmente en cuanto a la formación profesional del docente; en caso particular, tomamos al profesional de la Matemática.

En Brasil, las teorías que componen la Didáctica de la Matemática han sido apropiadas en la Educación Matemática utilizada en la formación de profesores (ALVES, 2011). Las teorías surgieron en los años 70 y 80, teniendo en cuenta la enseñanza-aprendizaje-formación, definidas como: Ingeniería Didáctica, Teoría de las Situaciones Didácticas, Teoría de los Campos Conceptuales.

En Francia, después de los cambios en la pedagogía taylorista del trabajo, la ley Delors garantizó una mejor cualificación en la formación para varios profesionales incluyendo los profesores; sin embargo, la Ingeniería Didáctica y la Teoría de las Situaciones Didácticas en los años 90 no garantizaron la cualificación profesional para los profesores.

Chevallard (2009) comenta que la Ingeniería Didáctica pasó a ser usada de otra forma, como propugnaba Brousseau (1986), cabiendo a la necesidad del uso de la Ingeniería Didáctica Profesional<sup>3</sup> para la formación del profesorado, siendo una urgencia su uso en los ambientes de formación.

Por tanto, partiendo de la base de que las teorías educativas francesas han aportado mucho al marco de la formación del profesorado, observamos que la Ingeniería Didáctica reformuló sus paradigmas formativos en la Escuela de Verano de Francia en 2009, girando

---

<sup>3</sup> Del mismo significado Didáctica Profesional.

hacia la tríada: formación-investigación-enseñanza (PERRIN-GLORIAN, 2011; TEMPIER, 2016). Al mismo tiempo, la Didáctica Profesional ha aportado a los centros de formación excelentes observaciones y explicaciones sobre el contexto de la formación en el puesto de trabajo (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006; PASTRÉ, 2011).

El artículo aporta un itinerario histórico y complementario entre la Ingeniería Didáctica en el contexto de su evolución durante casi cuatro décadas de existencia, y una relación con la Didáctica Profesional, para presentar un marco teórico completo para que el profesor comprenda el *modus operandi* en situaciones didácticas profesionales, según el punto de vista de Chevallard (2009), Pastré, Mayen y Vergnaud (2006), Pastré (2008), Alves (2018a; 2018b; 2019; 2020).

La síntesis de las investigaciones analizadas muestra que la Didáctica de las Matemáticas y la Didáctica Profesional mantienen una tenue línea cuando se trata de la formación de profesores. Después de una serie de evoluciones, la Ingeniería Didáctica indica un segundo nivel para estudiar la adaptabilidad de las situaciones a la enseñanza regular, dirigida a la formación de los profesores que enseñan matemáticas (TEMPIER, 2016), definida como Ingeniería Didáctica del Desarrollo; igualmente, la Didáctica Profesional se ha centrado recientemente en la formación del profesorado utilizando los supuestos de la ergonomía francesa, en el análisis del trabajo (PASTRÉ, 2011).

### **Didáctica de las Matemáticas en el contexto de la formación del profesorado**

En la década de 1920 la enseñanza de Matemáticas era tomado por el movimiento Bourbaki<sup>4</sup>, que reflexionaba sobre la difusión de la teoría de conjuntos en los programas de enseñanza de las matemáticas. Posteriormente, tras la Segunda Guerra Mundial, se produjo una profundización en el conocimiento científico, llegando a reformular el currículo de matemáticas (LOPES, 1994).

Con ello, las décadas de 1960 y 1960 estuvieron marcadas por el Movimiento de la Matemática Moderna (MMM), teniendo como característica principal el abordaje de conceptos matemáticos abstractos, tales como: pensamiento axiomático, alto grado de abstracción, mayor rigor lógico, método deductivo, entre otros, manteniendo un fuerte vínculo con el modelo estructuralista (PINTO; ALMEIDA; DINIZ, 2007).

---

<sup>4</sup> Abreviatura de Nicolas Bourbaki, seudónimo de un grupo de matemáticos franceses: Claude Weil, Claude Chevalley, Henri Cartan, entre otros.

Por otro lado, Piaget (1975) hizo algunos comentarios sobre el MMM utilizando su teoría psicogenética como modelo, "[...] un niño no es capaz de razonar a partir de puras hipótesis expresadas verbalmente, y necesitan, para hacer una deducción coherente, aplicarlas a objetos manipulables" (PIAGET, 1975, p. 15). Basándose en concepciones como estas, el MMM tuvo un resultado de fracaso basado en el incumplimiento de sus objetivos.

Ante el cambio de escenario en la década de 1980, surgió la Didáctica de las Disciplinas (o Didáctica de las Ciencias), un conjunto de teorías basadas en la relación de las Ciencias (Matemáticas, Química, Biología y Física). Sin embargo, desde el Centre Observatoire et Recherche en Enseignement de Mathématiques (COREM) en Francia, surgieron algunas teorías importantes a través de la Didáctica de las Matemáticas (DM):

Brousseau quiso proponer un modelo teórico que contribuyera al aprendizaje matemático de los alumnos (de diferentes niveles de escolaridad), entendiendo el aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento, a la luz de la teoría piagetiana. Vale la pena hacer una breve observación: aunque Piaget atribuye importancia a las interacciones, éste no es el centro de la psicología genética, mientras que la TSD considera fundamentales las interacciones entre los sujetos y atribuye un papel primordial al profesor como mediador del proceso de aprendizaje (BITTAR, 2017, p. 22).

Además, "[...] la educación matemática en Francia se construyó sobre el reconocimiento de la necesidad de desarrollar marcos teóricos específicos" (ARTIGUE, 2002, p. 60). En este contexto, a principios de los años 80, tres teorías estaban ya bien desarrolladas en la Didáctica de la Matemática francesa: Teoría de las Situaciones Didácticas (BROUSSEAU, 1986), Teoría de los Campos Conceptuales (VERGNAUD, 1990) e Ingeniería Didáctica (ARTIGUE, 1991).

Considerando tales teorías, destacamos la de la Ingeniería Didáctica: la premisa es que desde el principio se comprometió con las relaciones entre la investigación y la acción didáctica en los sistemas educativos y, como herramienta de desarrollo, comenzó a asignar un papel a las producciones de investigación en relación con el conocimiento teórico y el conocimiento práctico. Por lo tanto, la ED mantuvo una preferencia entre los educadores franceses durante la década de 1980 (PERRIN-GLORIAN, 2011).

Sin embargo, se habla de la ED como una metodología de investigación, desarrollada a partir de cuatro fases (o etapas), que consisten en: i) análisis previo (o análisis preliminar), ii) diseño y análisis a priori, iii) experimentación y iv) análisis a posteriori y validación interna/externa.

En la primera fase, se entiende por el análisis previo, que pretende una epistemología histórica de los contenidos matemáticos en los patrones actuales de enseñanza, las concepciones de los alumnos y los obstáculos enfrentados y la evolución ante los mismos, según los objetivos de la investigación y el estudio de la transposición didáctica (ARTIGUE, 1998).

En la segunda fase, se produce la construcción y análisis a priori, caracterizándose por las variables didácticas que Artigue (1998) dispone como: i) macrodidácticas y ii) microdidácticas, a i) relativas a la organización global, ii) relativas a la organización de una sesión o fase. Además, en el análisis a priori hay que:

Describir las elecciones de las variables locales y las características de la situación adhoc desarrollada. • Analizar la importancia de esta situación para el alumno y, en particular, en función de las posibilidades de actuación y elección para la construcción de estrategias, toma de decisiones, control y validación que tendrá el alumno. Las acciones del alumno se ven en el funcionamiento casi aislado del profesor, que siendo el mediador en el proceso, organiza la situación de aprendizaje para que el alumno sea responsable de su aprendizaje; • Predecir los posibles comportamientos y tratar de mostrar cómo el análisis realizado permite controlar su dirección, asegurando que los comportamientos esperados, siempre y cuando intervengan, sean el resultado del desarrollo de los conocimientos dirigidos por el aprendizaje (ALMOULOU; COUTINHO, 2008, p. 67).

En la tercera fase tenemos la experimentación, momento en el que se pone en funcionamiento todo el dispositivo construido, y se pueden hacer correcciones si es necesario con respecto al análisis local, lo que implica una vuelta a la fase anterior (análisis a priori). En esta fase se recogen los datos obtenidos durante las sesiones de enseñanza en las respectivas producciones de los alumnos en clase o no (ARTIGUE, 1998).

La última fase se caracteriza por el análisis y la validación a posteriori, siendo consecuencia del resultado de la experimentación, en la exploración de los datos recogidos para contribuir en el conocimiento didáctico para la transmisión del conocimiento. Por lo tanto, en esta fase, se entiende que el resultado de la fase anterior se utiliza para la recogida de datos. Posteriormente, a partir del análisis de los datos cesa el proceso de validación, que puede ser de dos tipos: validación interna y validación externa. La validación interna está "[...] basada en la confrontación entre un análisis a priori y un análisis a posteriori" (ARTIGUE, 2002, p. 63), a diferencia de la validación externa, que se basa en la comparación del rendimiento de grupos de clases experimentales y de control (ARTIGUE, 2002)..

En cambio, en Francia, ante la preocupación por una formación cualificada, la educación francesa se caracterizó por las políticas de calidad orientadas a la formación de

adultos. En 1971, se estableció la ley Delors en el ámbito de la formación profesional de adultos (CHAMPY-REMOUSSENARD, 2005).

En Francia, la red semántica "educación de adultos" debe remontarse a los años 60; entonces era fácil hablar de educación continua. Las personas que trabajan en este sector han querido destacar su especificidad en relación con la educación en general y, más concretamente, con la enseñanza (BÔAS, 2012, p. 263).

La educación de adultos se ha ido constituyendo paulatinamente durante los siglos XX y XXI; destacan dos circunstancias que han contribuido a la educación de adultos en Francia: la primera, en el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, en 1945, y posteriormente en los años 70, por la evolución de las relaciones sociales, y por las exigencias del ámbito industrial de una educación de calidad para los trabajadores.

En la época taylorista era habitual que la competencia estuviera vinculada al saber hacer; es decir, los trabajadores no necesitaban utilizar la inteligencia en las situaciones de trabajo, por lo que, ante el nuevo contexto, era necesario mejorar la formación de los adultos (empleados) en el ámbito industrial.

Sin embargo, la formación de adultos y la formación del profesorado no es igual, como afirma Bôas (2012) cuando dice que el sistema educativo no tiene como objetivo la actividad, sino el conocimiento, tan específico de la didáctica, a diferencia de la formación de adultos que considera la actividad.

En este escenario de cambio, en los años 90, surge la Didáctica Profesional (DP), una vertiente que pretende analizar la actividad para la formación de competencias profesionales. Pastré, Mayen y Vergnaud (2006) hablan de que la EP se apoya en un marco teórico y práctico procedente de la psicología ergonómica, la psicología del desarrollo, la didáctica de las disciplinas y la formación profesional continua.

### **Didáctica Profesional e Ingeniería Didáctica de Desarrollo**

La Didáctica Profesional (DP) se estableció en el periodo post-Taylorista-Fordista, habiendo aparecido por primera vez por Pastré en 1992 en su tesis, siendo definida como una vertiente para la formación profesional de adultos. Sus fundamentos epistemológicos abarcan un conjunto de corrientes ya mencionadas anteriormente, pero específicamente:

- La conceptualización en acción desde la psicología del desarrollo, el socioconstructivismo y la teoría de los campos conceptuales (PIAGET, 1974; VYGOTSKI 1986; VERGNAUD, 1990);
- La psicología ergonómica de la psicología del trabajo, el análisis del trabajo y la ergonomía francesa (FAVERGE, 1972; LEPLAT, 2006);
  - Didáctica de las Asignaturas (BROUSSEAU, 1986; VERGNAUD, 1990);
  - Ingeniería de Formación e entrenamiento en adultos.

Es importante señalar que el DP en un principio estaba orientado a las actividades laborales de los trabajadores, y en la actualidad el DP se ha ampliado a las actividades docentes. Una de las obras que explica más profundamente la EP es “*La didactique professionnelle*” de Pastré, Mayen y Vergnaud (2006); este documento explica cómo surgió esta vertiente y el curso de su desarrollo.

La EP es fruto de la ingeniería de la formación y de la educación continua, estando constituida por un campo de prácticas analizadas que dio lugar a la ingeniería didáctica profesional, rama que utiliza el análisis del trabajo para construir dispositivos de formación dirigidos a la competencia profesional.

La EP está marcada por el periodo post-Taylorista, en el que se empezó a hablar de formación profesional en Francia, provocando una innovación tecnológica que exigía conocimientos y experiencia a los trabajadores. En este contexto, las aportaciones del análisis ergonómico del trabajo y de la psicología de la cognición fueron relevantes para el desarrollo de la EP. El gráfico 1 presenta conceptos importantes de esta rama.

**Cuadro 1 – Elementos importantes que marcan la DP**

Noción o concepto	Definición
Taylorismo	Como el taylorismo trata de la organización del trabajo (PASTRÉ, 2001).
Constructivismo	Enfoque que afirma la capacidad inherente del individuo para construir su conocimiento mediante la reestructuración conceptual de sus experiencias acumuladas (VERGNAUD, 2000).
Actividad	Cualquier acción contextualizada que movilice los recursos sociocognitivos del individuo y pueda generar aprendizaje (LEPLAT, 1980).
Competencia	La competencia es la movilización o activación de diversos conocimientos en una situación y un contexto determinados. La competencia es la capacidad de actuar en una situación. Se practica en contextos (personal, social, profesional). Se refiere a la



	realización de tareas complejas (resolución de problemas, toma de decisiones, realización de proyectos) (LE BOTERF, 2003).
--	--

Fuente: Elaborado por los autores

El DP nació entre estos ejes abordados, refundándose en la conceptualización en acción, la psicología ergonómica, la didáctica de las disciplinas y la ingeniería de la formación. La conceptualización en la acción proviene del trabajo de Vergnaud (1990), en relación con los esquemas operativos utilizados durante las situaciones profesionales. El trabajo de la psicóloga laboral Leplat (2013) al distinguir entre tarea prescrita y actividad real fue importante para que el sujeto entendiera el análisis del trabajo.

El punto crucial de destacar la EP está en su oposición con la didáctica de las asignaturas, concretamente con la DM, a partir de las investigaciones de Brousseau (1986; 1998), que se centran en los alumnos, no abarcando la actividad laboral del profesor.

Pastré (2008) afirma que el TSD se centra en los aprendizajes procedentes de los conocimientos académicos y de las situaciones didácticas, mientras que el DP tiene como objetivo principal las situaciones de trabajo profesional y los aprendizajes procedentes de la acción laboral, a los que denomina conocimientos pragmáticos, especialmente las situaciones complejas en las que el trabajador mueve una inteligencia operativa para sobresalir, mostrando una destreza que recae en su competencia para gestionar situaciones de trabajo no habituales.

Pastré (1992) admite que antes de la creación de la EP, cuando aún supervisaba el trabajo de los mineros en formación de ingenieros, siempre se detenía en el análisis del trabajo, y este análisis fue crucial para la creación de esta vertiente. El autor llegó a la conclusión de que si el trabajador analiza su actividad, sin duda mejorará su competencia.

Inicialmente, la EP se centró en el análisis del trabajo industrial, pero en la última década se ha interesado por el análisis de la actividad de otras profesiones, incluida la actividad de los profesores de enseñanza, debido a la demanda de las Ciencias de la Educación de que la EP comprenda la actividad real de los profesores en formación inicial o continua (PASTRÉ; MAYEN; VERGNAUD, 2006; VINATIER, 2013).

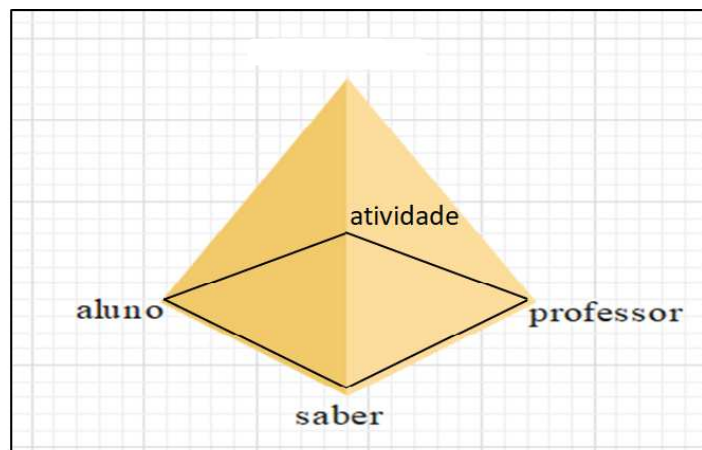
En Brasil, la EP tiene un marco muy reciente en la investigación científica, sin embargo, los trabajos de Alves (2018a; 2018b; 2019; 2020) se han destacado de forma pionera en la formación de profesores de matemáticas. Este autor ha ampliado algunos términos de la TSD a la actividad profesional de los profesores de matemáticas; los trabajos muestran una complementariedad entre la EP y la TSD, así como unos planes de



competencias frente a tres elementos: alumnos, compañeros de trabajo y normas institucionales.

Por otra parte, Baudouin (1999) propone una diferencia entre los supuestos de la EP y de la TSD, tal y como se muestra en la figura 1: este autor afirma que el triángulo didáctico (alumno-profesor-sabedor) es insuficiente para analizar la actividad del profesor.

**Figura 1** – Tetraedro mostrando la Didáctica Profesional para el análisis de la actividad del profesorado



Fuente: Adaptado de Baudouin (1999)

Mediante esta figura tridimensional, Baudouin (1999) concluye que la lógica de los modelos de conocimiento científico como la que propone la TSD no es suficiente para explicar las situaciones de trabajo inusuales que los profesores suelen encontrar en el entorno profesional. Ante esto, Chevallard (2009), asume que ha habido un descuido por parte de la investigación de la didáctica de las matemáticas, "[...] hemos postergado el cuidado de repensar el acto didáctico, dirigido a los adultos en el trabajo, con referencia al desarrollo de habilidades y experiencia en el trabajo" (CHEVALLARD, 2009, p. 9).

Chevallard (2009) argumenta que tras la explosión de la educación de adultos en la formación profesional continua a finales de los años 80, la DM estaba teniendo otras vías de investigación, "[...] la metodología de la ingeniería didáctica está siendo utilizada en sentidos diferentes de los entendidos por Brousseau, incluso por algunos de los investigadores de la Didáctica de las Matemáticas, existe la necesidad de utilizar la Didáctica Profesional" (CHEVALLARD, 2009, p. 41), el escenario de la formación y la competencia con sesgo profesional tomó protagonismo ante la DP.

Desde la década de 1990, la DM ha estado pensando en estrategias de formación para los profesores. Pero, sólo en 2009, en la XV Escuela de Verano de Didáctica de las

Matemáticas (del francés, *École d'été de Didactique des Mathématiques*), ocurrido en Francia, Perrin-Glorian da cabida a la Ingeniería Didáctica del Desarrollo, centrada en la formación del profesorado (PERRIN-GLORIAN; BELLEMAIN, 2009).

Antes de Perrin-Glorian (2011, p. 24): "[...] la ingeniería didáctica no es un objeto acabado, sino un objeto cuyo diseño debe poder continuar en uso", sin embargo, "[...] la formación del profesorado es un fenómeno relativamente nuevo en la comunidad de investigadores en didáctica" (VERGNAUD, 1992, p. 23).

Tras una serie de cambios en la educación de adultos, el DI tomó como principio la formación de profesores de matemáticas, definiéndose como Ingeniería Didáctica del Desarrollo. Perrin-Glorian (2009) concluye que existen tres condiciones para la realización de una ED:

i) Dejar cierta libertad de acción al profesor: esta condición ya es válida en el primer nivel, pero ahora se trata de definir la secuencia de situaciones con el profesor y analizar cómo adapta el documento que se le proporciona.

ii) A partir de los documentos producidos, los profesores deben buscar no reproducir la historia, sino las condiciones del aprendizaje, siendo la cuestión esencial para la ingeniería didáctica cómo identificar los elementos esenciales para la realización efectiva de la actividad.

iii) Es necesario contar con una ingeniería didáctica de primera generación que permita la construcción de una situación fundamental y su análisis.

Aunque se mantienen algunas invariantes, la ingeniería didáctica se ha convertido en una teoría válida para la comunidad de investigadores y profesores que toman la enseñanza y el aprendizaje como variantes importantes para el aula.

### **Competencia Profesional del profesor**

El término competencia comenzó a difundirse a finales de los años 60, observándose como un conjunto de conocimientos: el saber hacer, el conocimiento científico, el conocimiento en acción (GILLET, 1991). Así, la competencia comenzó a establecerse en las industrias en los años 70 en Francia, teniendo una fuerte relación con el rendimiento en el trabajo; posteriormente, se produjo una ruptura estructural del trabajo con la pedagogía tayloriana.

Con ello, la organización del trabajo se convierte en el corazón de la competencia, además, la competencia se entrelaza con el conocimiento para actuar y reaccionar en una

determinada situación de trabajo en la que el individuo es capaz de implementar prácticas profesionales para resolver los problemas que surgen de las nuevas situaciones de trabajo, como define Pastré (2004, p. 217):

La destreza de un operario, ya sea un maquinista o un bodeguero, no se reduce obviamente a dominar la estructura conceptual de la situación. Pero esta es la clave del sentido de la competencia, en torno a la cual se organizará de forma jerárquica según sus habilidades, procedimientos, gestión y recursos, etc. La identificación de la estructura conceptual de una clase de situaciones profesionales corresponde a la dimensión cognitiva de las competencias.

La EP tiene en cuenta el desarrollo de las capacidades de formación, siendo el centro de sus preocupaciones. Corroboramos con Pastré (1999, p. 403), cuando dice que la epistemología de la EP "[...] se inscribe en la producción de recursos educativos que contienen situaciones de trabajo que sirven de apoyo a la formación y al desarrollo de las competencias profesionales".

La EP tiene principios paralelos al conductismo, en el que la competencia (reunión de habilidades) se demostraba en el desempeño exitoso de una función laboral. En contraposición, Pastré (2011) dice que la competencia no debe medirse frente a un buen desempeño de la actividad, sino que la competencia debe mostrarse frente a una nueva situación de trabajo.

Además, nos planteamos la siguiente pregunta: ¿cómo toma un trabajador su profesionalización? Con ello, Vergnaud (2001, p. 2) define a un profesional competente en:

- 1 - A es más competente que B si sabe hacer algo que B no puede hacer;
- 2 - A es más competente que B si lo hace de mejor manera. La mejor comparación presupone criterios complementarios (velocidad, fiabilidad, economía, etc.);
- 3 - A es más competente si dispone de un directorio de recursos alternativos que le permite utilizar un procedimiento u otro y, por tanto, se adapta con mayor facilidad a los diferentes escenarios que puedan surgir;
- 4 - A es más competente si puede hacer frente a una situación nueva, de una categoría nunca antes encontrada.

Sin embargo, no basta con que una persona tenga los recursos (se podría decir "habilidades") para "ser" competente: debe ser capaz de organizarlos y movilizarlos en combinaciones pertinentes para gestionar "situaciones profesionales" teniendo en cuenta los

"criterios de rendimiento" correspondientes. Son estos "criterios de rendimiento" los que guiarán la construcción de la combinatoria de recursos.

Cuando el término competencia invade el oficio de profesor, está claro que no es fácil gestionar las situaciones de trabajo en el aula. Sin embargo, Pastré, Mayen y Vergnaud (2006) señalan que, debido a la búsqueda de respuestas, algunos investigadores en Ciencias de la Educación recurrieron a la ergonomía para analizar el trabajo del profesor.

Con esto, observamos que el marco de la Didáctica Profesional enumera las contribuciones a la práctica de los profesores (profesores de matemáticas), dirigidas a una evolución y desarrollo de las competencias en el trabajo.

En el aula, la competencia profesional del profesor de matemáticas está ligada a las habilidades en las tareas cotidianas que se ejercen en torno a la profesión en el proceso de aprendizaje en el trabajo. Por ello, Alves y Catarino (2019) asumen la existencia de tres categorías o niveles, que gestionan el aprendizaje del profesor de Matemáticas, mediante situaciones profesionales. Así, las actividades profesionales del profesor de matemáticas deben responder a los planes de nivel: "(i) plan de aula, (ii) plan de puesto de trabajo, (iii) el plan general de la institución docente, o institución escolar" (ALVES; CATARINO, 2019, p. 115).

El plan (i) (aula) considera que la actividad docente tiene múltiples propósitos, incrustados unos en otros. Uno de los propósitos que debe tener el profesor es tener calma en su clase (la asignatura) para poder poner a los alumnos a trabajar; a continuación, el profesor debe provocar el aprendizaje, terminando con el desarrollo cognitivo de sus alumnos.

En el nivel (ii), presentamos la competencia profesional del profesor a través del campo político y la negociación social clasista. En este nivel, en detalle, se busca observar la evolución del profesor de matemáticas, específicamente en el trabajo. Pastré (1999) nos recuerda que la evaluación de un individuo en el trabajo no se produce ante un sistema de calificación. De este modo, no se debe evaluar la labor del profesor en la tarea prescrita, sino el trabajo realizado en la institución.

En el nivel (iii) la competencia está vinculada al modo cognitivista. Desde los modelos socioconstructivistas y el constructivismo enfatizado en los campos conceptuales, se pone en perspectiva la competencia de los adultos en el trabajo, el aprendizaje en el trabajo. Así, "[...] la competencia profesional del docente se encarna en un pasaje progresivo y en la coordinación de actividades de acción y anticipación, de construcción y reconstrucción de esquemas cognitivos, jerarquizados por invariantes operativas" (ALVES; JUCÁ, 2019, p. 12).

Sabemos que la conceptualización precede a la acción, por ello, la cognición es anterior a la operación de cualquier acción. A partir de este supuesto piagetiano, nos damos cuenta de que la competencia desarrolla el aprendizaje del profesor en el trabajo. La competencia es un proceso de adquisición de conocimientos y de acción profesional: el individuo utiliza los conocimientos para mejorar su competencia. Tenemos que el núcleo fundamental y estructurante de un oficio está en la forma de aprender en las situaciones que el trabajo desarrolla durante la acción del trabajador.

Por lo tanto, el profesor aprende a través de la práctica en el trabajo, actuando a través de un repertorio de acciones propias de su trabajo, descritas por un régimen de manuales normativos y oficiales que controlan la acción. Así, la competencia se organizará por un conjunto de habilidades, haciendo hincapié en reglas que no siempre son explícitas, sino circunstanciales y pragmáticas.

En la actividad profesional del profesor de matemáticas, los conceptos pragmáticos forman parte del aprendizaje en el trabajo. Sabemos que la competencia no está ligada únicamente al conocimiento epistémico, sino que está en el centro del pragmatismo. Pastré (2002) aborda las principales características del pragmatismo en el trabajo, que también se extiende a la actividad del profesor de matemáticas.

### **Consideraciones finales**

La DM tiene una larga tradición en la Educación Matemática, en relación con la enseñanza, el aprendizaje y la formación del profesorado, siendo un conjunto de teorías que conducen a la mejora de la formación del profesorado y a la mejora de las condiciones de enseñanza y aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, no podemos dejar de lado que el TSD y el ED no proporcionan un contexto completo en cuanto a las situaciones de trabajo, requiriendo una complementariedad con el PD para evaluar la actividad profesional docente de los profesores de matemáticas.

A la vista de este espacio, la complementariedad entre la DM y la de la EP se muestra relevante en el marco de la formación del profesorado, especialmente de los profesores de Matemáticas. Se considera que las corrientes de origen francófono se han expandido por Europa y América, especialmente en Brasil. La ED y la TSD son recurrentes en las investigaciones científicas en la parte de Educación y Enseñanza de las Matemáticas, sin embargo, la EP es todavía nueva en el escenario de la investigación brasileña.

Sin embargo, algunos trabajos se han destacado en la investigación nacional de manera innovadora en cuanto a la complementariedad entre estas vertientes para la formación de profesores en Brasil; quedó claro que esta relación entre las teorías es relevante para la comprensión en el contexto de la formación inicial o continua en relación con la competencia profesional, las situaciones didácticas profesionales, los obstáculos profesionales, entre otros, que ayudan al profesor a comprender el trabajo.

Este trabajo tiene, por tanto, el potencial de mostrar cómo la EP se ha convertido actualmente en una urgencia, en la línea de la educación de adultos, ante el marco de cambios que desde los años 90 ha proporcionado transformaciones y evoluciones de las vertientes en la formación del profesorado, como es el caso de la ED, que actualmente se ha mostrado como una RDE para la educación y formación de profesores de matemáticas.

Finalmente, tras un periodo de formación profesional continua y post taylorismo, los teóricos señalan que la EP y la DM, ante una trayectoria de evoluciones y modificaciones, conducen un potencial a los estudios de postgrado a nivel de maestría y doctorado en formación docente, como es el caso de las universidades francófonas (Quebec, Lyon, Éspé, entre otras).

**AGRADECIMIENTOS:** Agradecemos el apoyo financiero del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) para la investigación educativa desarrollada en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Ceará.

## REFERENCIAS

ALVES, F. R. V. **Didática da Matemática:** Licenciatura em Matemática. Fortaleza: UAB/IFCE, 2011.

ALVES, F. R. V. Didactique des Mathématique (DM) et la Didactique Professionnelles (DP): une perspective de complémentarité et la formation des enseignants au Brésil. **Imagens da Educação**, v. 8, n. 3, p. 1-17, 2018a.

ALVES, F. R. V. Didactique professionnelles (DP): une perspective d'application au travail du professeur de mathématiques. **REVEMAT**, v. 13, n. 2, p. 184-209, 2018b.

ALVES, F. R. V. A vertente francesa de estudos da didática profissional: implicações para a atividade do professor de matemática. **Revista Vydia Educação**, n. 39, v. 1, p. 255-275, 2019.

ALVES, F. R. V; CATARINO, P. M. M. C. Situação Didática Profissional: um exemplo de aplicação da Didática Profissional para a pesquisa objetivando a atividade do professor de Matemática no Brasil. **Indagatio Didactica**. v. 11, n. 1, p. 103-120, 2019.

ALVES, F. R. V; JUCÁ, S. C. S. Trabalho e competência do professor de Matemática: Um ponto de vista a partir da Didática Profissional. **Revista Multidisciplinar em Educação**, v. 6, n. 14, p. 103-123, 2019.

ALVES, F. R. V. A Didática Profissional (DP): implicações para a formação do professor e o ensino de disciplinas específicas no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 15, n. 4, p. 1903-1918, 2020.

ARTIGUE, M. Ingénierie Didactique. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble: La Pensée Sauvage-Éditions, v. 9.3, p. 281-308, 1998.

ARTIGUE, M. Quelques leçons des ingénieries didactiques. *In*: GUIN, D.; TROUCHE, L. (Eds.). **L'instrumentation de calculatrices symboliques**: um problems didactique. Grenoble: La pensée sauvage, 2002.

ARTIGUE, M. L'ingénierie didactique comme thème d'étude. *In*: **En amont et en aval des ingénieries didactiques**: XVe École d'Été de didactique des mathématiques; Clermont-Ferrand - août 2009. Grenoble: La Pensée Sauvage, 2011. v. 1, p. 15-25.

BAUDOIN, J. M. La compétence et le thème de l'activité: vers une nouvelle conceptualization didactique de la formation. **Raison éducative**, v. 2, n. 2, p. 149-168, 1999.

BITTAR, M. Contribuições da teoria das situações didáticas e da engenharia didática para discutir o ensino de Matemática. *In*: TELES, R. A. M.; BORBA, R. E. S. R, MONTEIRO, C. E. F. (org.). **Investigações em Didática da Matemática**. Editora UFPE, 2017.

BÔAS, L. V. Formação de adultos, formação de professores? Entrevista com Jean-Marrie Barbier. **Educação & Linguagem**, v. 15, n. 2, p. 259-268, 2012.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v. 7, n. 2, p. 33-116, 1986.

BROUSSEAU, G. Didactique des sciences et formation des professeurs. *In*: COMITI, C. *et al.* **Guillaud**. Didactique des disciplines scientifiques et formation des enseignants. Hà Nội: Maison d'Édition de l'Éducation Giáo dục, 1996. p.19-34.

BROUSSEAU, G. Théorie des situations didactiques. *In*: BALACHEFF, N. **Grenoble**: La Pensée Sauvage. (Recueil de textes de didactique des mathématiques 1970-1990. 1998.

BROUSSEAU, G. Premières notes sur l'observation des pratiques de classes. **Journée VISA**, INRP, 2008.

CHAMPY-REMOUSSENARD P. Les théories de l'activité entre travail et formation. **Savoirs**, n. 8, p. 9-50, 2005.



- CHEVALLARD, Y. La notion d'ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponses à partir de la TAD. In: MARGOLINAS, C. *et al.* (org.) En amont et en aval des ingénieries didactiques XV<sup>a</sup> École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble: La Pensée Sauvage, v. 1, p. 81-108, 2009.
- FAVERGE, J. M. **L'analyse du travail, en Traité de Psychologie Appliquée**. Presses Universitaires de France, Paris 1972. t. 3.
- GILLET, P. **Crie treinamento**. Paris: ESF, 1991.
- LE BOTERF, G. **Desenvolvendo a competência dos profissionais**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.
- LEPLAT, J. **La psychologie ergonomique**. Paris: PUF, 1980.
- LEPLAT, J. La notion de régulation dans l'analyse de l'activité. **Revue Pistes**, v. 8, n. 1, p.1-30, 2006.
- LOPES, M. L. M. L. GEPEM – Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática. **Em Aberto**, Brasília, ano 14, n. 62, abr./jun. 1994.
- PASTRÉ, P. Requalification des ouvriers et didactique professionnelle. **Education permanente**, n. 111, p. 33-54, 1992.
- PASTRÉ, P. La conceptualisation dans l'action: bilan et nouvelles perspectives. **Education Permanente**, Paris, n. 139, p. 13-36, 1999.
- PASTRÉ, P; MAYEN, P; VERGNAUD, G. La didactique professionnelle. **Revue française de pédagogie**, n. 154, p. 145-198, 2006.
- PASTRÉ, P. Analyse de l'activité d'apprentissage: le point de vue de la didactique professionnelle. **Travail et Apprentissages**, n. 2, p. 62-72, 2008.
- PASTRÉ, P. L'analyse du travail et didactique professionnelle. **Revue Française de Pédagogie**, v. 3, n. 138, pp. 9-17, 2002.
- PASTRÉ, P. Les compétence professionnelles et leur développement, In: Faizon, P. **Ergonomie**. Paris: PUF, 2004.
- PASTRÉ, P. La Didactique Professionnelle. **Education, Sciences & Society**, v. 2, n. 1, p. 83-95, 2011.
- PERRIN-GLORIAN, M-J; BELLEMAIN, P. M. B. L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement des ressources et formação des enseignants. In: MARGOLINAS, C. *et al.* (org.). En amont et en aval des ingénieries didactiques, XV<sup>a</sup> École d'Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (PUY-de-Dôme). **Recherches em Didactique des Mathématiques**, Grenoble: La Pensée Sauvage, v. 1, p. 57-78, 2009.

PERRIN-GLORIAN, M. J. L'ingenierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Developpement de ressources et formation des enseignants. *In*: MARGOLINAS, C. *et al.* (Eds.) **En amont et en aval des ingénieries didactiques**. Grenoble: La Pensee Sauvage, 2011. p. 57-78.

PIAGET, J. **La représentation du monde chez l'enfant**. Paris: PUF, 1974.

PIAGET, J. A teoria de Piaget. *In*: MUSSEN, P. H. (org.). **Psicologia da criança**. Desenvolvimento Cognitivo. São Paulo: E.P.U. 1975. v. 4, p. 71-117.

PINTO, N. B.; ALMEIDA, A. F.; DINIS, M. A. **Saberes docentes para o ensino da Matemática Moderna**. 2007.

TEMPIER, F. New perspectives for didactical engineering: an example for the development of a resource for teaching decimal number system. **Journal of Mathematical Teacher Education**, v. 19, n. 1, p. 261-276, 2016.

VERGNAUD, G. La Théorie des champs conceptuels. **Recherches em didactique des mathématiques**, v. 10, n. 3, p. 133-170, 1990.

VERGNAUD, G. Approches didactiques en formation d'adultes. *In*: VERGNAUD, G. **Éducation Permanente**. 1992. n. 11.

VERGNAUD, G. O longo e o curto prazo na aprendizagem da matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, n. esp. 1, p. 15-27, 2001.

VINATIER, I. **Le travail enseignant: une approche de didactique professionnelle**. Bruxelles, De Boeck, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **Thought and language** (A. Kozulin, Trans.). Cambridge, MA: MIT Press, 1986.

### **Cómo referenciar este artículo**

ALVES, F. R. V.; CIDRÃO, G. G. Relación entre didáctica profesional e ingeniería didáctica del desarrollo: una discusión para la formación de profesores de matemáticas. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 16, n. 3, p. 2087-2103, jul./sep. 2021. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v16i3.14883>

**Enviado el:** 25/10/2020

**Revisiones requeridas el:** 18/11/2020

**Aprobado el:** 11/12/2020

**Publicado el:** 01/07/2021