

**DIDÁCTICA Y EVALUACIÓN DE COMPETENCIA EN EDUCACIÓN
MATEMÁTICA PARA FUTUROS PROFESORES: ESTRATEGIAS DE
ENSEÑANZA Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO DE LOS
ESTUDIANTES**

Sara Pascual Pizarro
spascual@ubiobio.cl
Universidad del Bio Bio. Chile

Modalidad: CB

Nivel educativo: Formación y actualización docente

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas.

Palabras clave: situación didáctica, evaluación de competencias, contrato didáctico, prácticas matemáticas

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio que vincula las prácticas de enseñanza en tres cursos de matemática para estudiantes de Pedagogía en Educación Matemática de la Universidad del Bío-Bío, en Chile, donde se introduce un nuevo dispositivo didáctico en el marco de programas orientados al desarrollo de competencias matemáticas, con el desempeño de los estudiantes en situación de resolución de problemas. En particular, este estudio pone de relieve los elementos del contrato didáctico que influyen en las prácticas matemáticas cuando se toma en cuenta un diseño de secuencias de enseñanza en la evaluación de competencias y los argumentos que eligen en el momento de escribir las soluciones. Concluimos dando a luz ideas sobre cómo aumentar la implementación del currículo por competencias en experiencias de aprendizaje, sobre las condiciones que hay que colocar para insertar los aprendizajes en el eje de formación, así como formas de minimizar las limitaciones de los efectos asociados a su introducción.

1. Contexto

El Ministerio de Educación (Ministerio de Educación, 2012) procura una reforma importante para la formación de los profesores en Chile. Hacer adquirir a los futuros profesores un saber académico sólido en contacto con los liceos o colegios y desarrollar las competencias que corresponden a las actividades concretas que deberán asumir en el desempeño de su función, forman los cimientos de los enunciados ministeriales (Ministerio de Educación, 2016). Esta

reforma, cuya urgencia es reconocida y aceptada por todos los actores, tiene por objetivo hacer el acto de enseñar en un acto profesional. Consistente con los marcos de referencia a nivel internacional, los nuevos programas de formación pedagógica advierten una reflexión en el ejercicio de la profesión en el desarrollo de las competencias uniformes a la vez generales y específicas a su disciplina. Desde un punto de vista didáctico, los profesores de la formación universitaria expresan mucha inquietud de cómo interpretar las competencias que tienen que desarrollar. Varias preguntas han sido planteadas y, entre éstas, aquella de la relación entre competencia-conocimiento. La razón de ello, es que, la introducción de las competencias parece, para algunos, hacerse en detrimento de la “cobertura del programa” y, para otros, de sobreponerse a los contenidos, lo que plantea entonces un problema de tiempo. Parece que formar en la disciplina y formar en la adquisición de competencias profesionales ya no sale como actividades idénticas. La entrada por competencias más que por conocimientos reposa en una lógica de “movilizar recursos” (Tardif, 2001) pero queda, particularmente en matemáticas, el vínculo competencia-conocimiento que implica un análisis de contenido que no debería ser suprimido. Podemos preguntarnos si los términos “competencia” y “la situación” tienen el mismo significado en ambos contextos, o sobre, cómo la progresión del alumno de la relación entre “construir conocimientos” y “movilizar recursos”. Los profesores son llamados a hacer elecciones didácticas, pero en la descripción de los programas tanto transversales como disciplinarias, las competencias no encuentran precisiones de estos conceptos.

Frente a la implementación del nuevo currículo, la carrera de Educación Matemática en la Universidad del Bío Bío hizo relevante examinar varios enfoques desarrollados por los profesores teniendo en cuenta el desarrollo de competencias o, tipos de problemas que se privilegian en la formación matemática. Sondamos los motivos o razones que explicarían las elecciones de ciertos aspectos de la actividad matemática que reciben una atención variable según las tendencias o prácticas emergentes, y la determinación de los efectos visibles en los estudiantes. Interesándonos por la capacidad de movilizar conocimientos en un contexto de utilización, estudiamos el impacto de los enfoques utilizados e identificamos pistas de exploración, para evaluar y explicar las competencias y las lagunas de los estudiantes. Nuestro propósito es lograr un mecanismo de evaluación de competencias para la práctica y

el aprendizaje de las matemáticas, aumentar la contribución del currículo por competencia en experiencias de aprendizaje, y reducir a la vez los riesgos asociados a su implementación.

2. Marco teórico

Del lado de la transposición, en una dinámica de formación, nos interesamos por enriquecer las prácticas profesionales en el paso de la teoría a la ilustración de conceptos y métodos de aplicación en la clase, lo que trae inevitablemente la noción de competencia (De Terssac, 1996; Orange, 1997) en la descripción de la acción.

Las competencias en la resolución de problemas

En el contexto profesional, la noción de *competencia* "permite pensar las relaciones entre el trabajo y los saberes retenidos por el individuo, todo lo que es empeñado en la acción organizada y todo lo que permite dar cuenta de la organización de la acción" (De Terssac, 1996). En el contexto didáctico, esta misma noción permite traducir en clases las puestas en juego, a la vez para la sociedad y para el individuo, de una "cultura científica" que apunta tanto a la división de una tecnicidad como el "desarrollo de las estructuras mentales, herramientas intelectuales, capacidades de pensar que abren nuevas posibilidades de comprensión" (Orange, 1997). Facilitar el pasaje del saber teórico al saber práctico en los dominios de formación matemática podría entonces significar la idea de pensar las matemáticas en términos de situaciones. Que, durante toda su formación, los futuros profesores tuvieran ocasiones múltiples de experimentar el desarrollo y el funcionamiento de los conocimientos matemáticos en situación, de estudiar lo que significa pilotar una situación, y esencialmente de concebir y de experimentar una enseñanza fundada sobre situaciones-problema, competencias necesarias para el ejercicio de la profesión. Tres tipos de competencias definidos por De Terssac (1996) hemos proyectado sobre los diferentes modos de utilización del saber matemático (Caron, 2001, Pascual 2013):

Competencias de explicitación (los "*saber-decir*") para traducir los saberes en acciones y las acciones en saberes; en matemáticas, esto implica el control (o dominio o maestría) por lo menos de tres lenguajes diferentes (natural, simbólico y gráfico) (De Serres et Groleau, 1997) y del pasaje de uno al otro, por la modelización y la interpretación; se puede pensar añadir eventualmente otros lenguajes cuando se extiende la actividad matemática a la

definición de algoritmos (pseudo-código), la programación (lenguaje de programación) y la utilización de softwares de cálculos (comunicación al interfaz).

Competencias de intervención (los "*saberes de intervención*"), para poner en situación los conocimientos disponibles y, por otra parte, para transformar las situaciones encontradas en conocimientos reutilizables en otros contextos; en matemáticas, esto aparece corresponder a la utilización de los diferentes métodos (analíticos y algorítmicos) que permiten calcular, aplicar una transformación sobre un objeto, de resolver un sistema de ecuaciones, de optimizar una función, etc., así como a la generalización por la abstracción y la demostración para extender los resultados o el empleo de métodos a una clase de problemas.

Competencias de evaluación (los "*saberes situarse* ") para identificar, legitimar y valorizar todo lo que se compromete en la acción; en matemáticas, esto podría corresponder a la descomposición de un problema en sub-problemas, a la identificación de los posibles casos, al reconocimiento de los campos teóricos apropiados, a la navegación en el árbol de los conceptos, al juicio de probabilidades, a la evaluación estadística, a la utilización de la lógica, de la teoría de conjuntos, de la experimentación, etc.

Los tres tipos de competencias definidos por De Terssac sirven para caracterizar las diferentes fases de resolución de problemas (Polya, 1945), que asociamos con los niveles de explicitación definidos por Caron (2004) para estudiar las competencias desarrolladas por estudiantes universitarios (Pascual, 2013). Esta combinación nos permite a la vez asociar los errores e interpretar la utilización de las matemáticas donde los enfoques son diferentes y examinar también, la naturaleza del contrato didáctico (Brousseau, 1998) establecido entre el profesor y los estudiantes.

Niveles de explicitación en la evaluación de competencias

Nivel de asociación: En el primer nivel, el de asociación, se puede leer, reconocer, memorizar y reproducir una expresión, una figura, una definición o un enunciado. Una vez que el registro de explicitación y el elemento relativo a él se determinan, podemos aplicar métodos de intervención sobre este elemento (por ejemplo, manipulaciones algebraicas, cálculo de derivada, transformación geométrica, etc.). La utilización de los diferentes lenguajes (simbólico, numérico, gráfico y natural) y el pasaje de uno al otro contribuyen a

solidificar este nivel, pero no garantizan la emergencia del concepto a partir de la puesta en relación de sus diferentes representaciones.

Nivel de comprensión: La búsqueda del *sentido* detrás de la forma conduce a un segundo nivel, la comprensión, que permite abstraer el concepto y entender el alcance por la investigación de vínculos con otros conceptos, teorías o aplicaciones. Primero, sobre el valor obtenido, teniendo en cuenta los procesos internos de los conceptos matemáticos que pueden engendrar errores y luego, sobre las razones que hacen emerger las relaciones entre las diferentes formas representadas.

Nivel de estructuración: En el tercer nivel, situamos la estructuración, tratamos de organizar y, eventualmente, a sintetizar los conceptos en función de su generalidad y la naturaleza de las relaciones que las vinculan (equivalencia, orden, jerarquía, causalidad, etc.). El desarrollo a este nivel es favorecido por una valorización del pensamiento deductivo, ya que éste representa a la vez el modo de argumentación necesario en matemática y el medio de reencontrar propiedades que ya no es necesario memorizar.

Nivel de reformulación: Redefinir espontáneamente, de acuerdo con las estructuras establecidas de los conceptos aprendidos, los nuevos problemas que hay que resolver, hay un paso al último nivel, el de la reformulación, lo que llevará, según el caso, a una transferencia eficaz de los conocimientos o a un dilema y a una revisión consecuente de las estructuras que parecen plantear el problema.

3. Aspectos metodológicos

Objeto y sujetos del estudio

El estudio se centra en 3 profesores universitarios y más de 80 de sus estudiantes, todos ellos voluntarios para la experiencia. En cada curso retenido de formación matemática, los estudiantes trabajaron con las situaciones elaboradas por los profesores en el marco de la renovación curricular de la universidad del Bío Bío. Los modos de los profesores, de las atenciones o particularidades que colocaron al diseño de aprendizaje para el desarrollo efectivo de las competencias, se analizan a través de las tareas (la complejidad de los problemas, contextualización del conocimiento, etc.) usadas en la evaluación de la comprensión del estudiante. Se trata de la evaluación de competencias a través de las

situaciones para enriquecer sus prácticas profesionales, acompañar lo mejor posible los aprendizajes y favorecer el éxito en el dominio de su curso.

Elección, recolección y análisis de datos

Se llevan a cabo entrevistas con cada profesor para entender mejor las razones detrás de su modo privilegiado de colocar la situación para hacer evolucionar las competencias y favorecer la formación del perfil de egreso. Apreciamos la importancia dada a los diversos aspectos en su práctica matemática innovadora y validamos las competencias específicas administradas por cada uno de los profesores en la regulación de los aprendizajes. Examinamos del mismo modo las instrucciones que ellos añaden a la formulación de los problemas (exigencias, sugerencias, etc.) para tratar de descifrar el contrato didáctico implícito en su enseñanza, así como la forma de interpretar las competencias de las tareas en referencia explícita al contenido de su clase. La necesidad o pertinencia de la utilización funcional de los conceptos que deben desarrollar los estudiantes con el fin de cumplir con las tareas también se observó.

Cercamos un grupo de individuos (una docena) representativos que se distingan del resto para hacer un análisis en profundidad sobre las diferentes competencias desarrolladas y niveles de explicitación alcanzados. Para caracterizar las relaciones matemáticas individuales de cada uno de los sujetos, recurrimos a un **cuestionario** que recoge información de la formación matemática en contextos institucionales y menos formales. Procedemos entonces a la localización y al *análisis didáctico* de los diferentes errores en los problemas con diferentes reagrupaciones posibles (ex. según los contenidos o según el tipo de competencia) e invitamos a los sujetos retenidos a hacer el relato matemático de sus producciones, el que encuadramos al interior de una **entrevista** semi-estructurada.

Evaluación de las competencias

Para traducir en términos de competencias las producciones de los estudiantes, en la resolución de las progresiones propuestas por los profesores en el marco de su curso, construimos una matriz de análisis, validada y ajustada con el medio, asociando a las diferentes fases del proceso de resolución las competencias involucradas o puestas en ejecución. Precisamos el tipo de competencia, ya sea de *evaluación*, de *intervención* o de

explicitación (De Terssac, 1996) cruzada con una tipología relacionada con el nivel de explicitación de la complejidad de las tareas: *asociación, comprensión, organización y reformulación* (Caron, 2004; Pascual 2013). Estas competencias fueron expresadas bajo forma "genérica" para reflejar los diferentes modos de pensamiento implicados en los procesos matemáticos implicados, evitando ser vinculadas a contenidos específicos (por ejemplo, identificar el objetivo, poner en ecuaciones, estructurar la resolución descomponiendo en sub-problemas, utilizar una función software, validar con casos particulares, etc.) para contextualizar en función de la situación propuesta. En particular, se examinan las respuestas a las preguntas donde se les permite un desequilibrio cognitivo de más de un contexto, en cuanto al orden de la comprensión tanto como de la acción. Se recurre a la misma matriz que se utiliza en el análisis de las tareas, pero esta vez, estudiamos los errores de los estudiantes con las competencias que parecen ausentes, llamando la atención sobre los fenómenos recurrentes.

4. Avance de resultados

En particular, el análisis que estamos llevando con los profesores de los tres cursos de las situaciones elaboradas tomando en cuenta las competencias de los estudiantes asociados, nos lleva a observar:

Una relativa homogeneidad en la distribución de la complejidad de las tareas presentadas. El riesgo de confrontar a los alumnos con problemas sutilmente complejos tiende a ser menos requerido que la propuesta de renovación explícita de sus conocimientos en el marco de los contenidos del curso. Esto puede explicarse de la dificultad en desprenderse del modelo escolar del conocimiento, como un conjunto de contenidos aislados en los cuales las respuestas están totalmente preparadas a " cuestiones de curso".

Los profesores expresan mucha inquietud en cuanto a una interpretación del concepto competencia para producir recursos adaptados y utilizables; proceden por lecciones y ejercicios a crear situaciones de aprendizaje sin pensar en eso, sin necesitar el concepto de " situación de aprendizaje" para organizar la enseñanza adaptada a las necesidades de aprendizaje en sus dominios de curso. Por consiguiente, evaluar conocimientos o

competencias a través de situaciones les parece un trabajo en ruptura con su modo acostumbrado de enseñanza.

Los profesores usaron la matriz de evaluación de competencias como herramienta de ilustración. Por lo tanto, su atención se centró más en el valor epistémico de la matriz de competencias que en su función pragmática. Se pretende integrar una clasificación de errores de manera natural al proceso de corrección, no como una lectura diferente de las producciones de los estudiantes, que necesita inevitablemente del tiempo suplementario inseparable de la confrontación en situaciones, que no tienen ninguna medida común con pruebas clásicas de "reconstrucción" de conocimientos.

En resumen, esperamos tener un impacto triple - Contribuir al desarrollo de competencias - Crear un mecanismo de evaluación de competencias - Desarrollar prácticas innovadoras

Referencias bibliográficas

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Caron, F. (2001). *Effets de la formation fondamentale sur les compétences d'étudiants universitaires dans la résolution de problèmes de mathématiques appliquées*. Montréal : Thèse de doctorat, Université de Montréal.

Caron, F. (2004). Niveaux d'explicitation en mathématiques chez des étudiants universitaires. *Revue des sciences de l'éducation*, Vol. XXX, 2, 279-301.

De Serres, M. et Groleau, J-D. (1997). *Mathématiques et langages*. Montréal : Collège Jean-de-Brébeuf.

De Terssac, G. (1996). Savoirs, compétences et travail. En J-M. Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, pp. 223-247. Paris: Presses Universitaires de France.

Ministerio de Educación. (2012). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media*. Santiago : Ministerio de Educación de Chile.

Ministerio de Educación. (2016). Crea el sistema de desarrollo profesional docente y modifica otras normas. Ley 20.903. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. <http://bcn.cl/1uzzn> / Consultado 02/05/2017.

Orange, C. (1997). *Problèmes et modélisation en biologie - quels apprentissages pour le lycée?*, Paris : Presses Universitaires de France.

Pascual, S. (2013). *Una secuencia didáctica para un concepto unificador en un curso de álgebra lineal de un programa de formación a la ingeniería*. Montréal : Thèse de l'Université de Montréal.

Polya, G. (1945). *How to Solve It*. Princeton : NJ, Princeton University Press.

Tardif, J. (2001). Les compétences dans le programme de formation: fantaisie, leurre ou axe fédérateur de l'ensemble des apprentissages?. En B. Côté, C. Lajoie, J. Portugais, S. René de Cotret (Eds), *La notion de compétence en enseignement des mathématiques, analyse didactique des effets de son introduction sur les pratiques et sur la formation*. Actes du Colloque GDM, pp. 28-55. Montréal : Université de Montréal.