



II CEMACYC

II Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe

29 octubre al 1 noviembre. 2017

Cali, Colombia

ii.cemacyc.org



Conciencia Metacognitiva de los profesores de matemáticas y sus enfoques pedagógicos: Identificando relaciones causales

Farzaneh Saadati

Centro de Investigación Avanzada en Educación - Universidad de Chile

Chile

farzaneh.saadati@ciae.uchile.cl

Natalia Ruiz

Centro de Modelamiento Matemático - Universidad de Chile

Chile

natalia.r1103@gmail.com

Valentina Toro

Facultad de Ingeniería Civil Matemática - Universidad de Chile

Chile

valee.atv@gmail.com

Resumen

En el estudio que presentamos a continuación se exploran relaciones causales entre la conciencia metacognitiva de 240 profesores de matemáticas y sus percepciones acerca de sus métodos de enseñanza en Chile. Los maestros participaron en un programa de desarrollo profesional de una semana denominado RPCContenido. Se aplicaron dos cuestionarios, al inicio y final del programa. Tales cuestionarios abordaron preguntas sobre la conciencia metacognitiva de los profesores y sus enfoques pedagógicos. Para el análisis de los datos, se utilizó la técnica cuantitativa del Panel de Correlación Cruzada o PCC, la cual ha sido utilizada en el campo de la educación matemática para identificar dichas relaciones. Los resultados evidencian una relación significativa entre la conciencia de los profesores acerca de la meta-planificación, meta-monitoreo y meta-evaluación, y los enfoques pedagógicos activos. Esto contrasta con el hecho de que no existe correlación entre la conciencia metacognitiva de los profesores y los enfoques pedagógicos tradicionales.

Palabras clave: Conciencia metacognitiva; Enfoques de enseñanza; Panel de Correlación Cruzada; Desarrollo profesional de profesores de matemáticas; investigación cuantitativa.

Introducción

En las últimas décadas, distintas organizaciones académicas y gubernamentales (e.g. NCTM, 1991; NAEP, 1988) e investigadores (e.g. Brown, Carpenter, Kouba, Lindquist, Silver, & Swafford, 1988) han señalado la importancia de realizar cambios radicales en la enseñanza de las matemáticas. El objetivo principal de dichos cambios debería apuntar a fomentar el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas y el razonamiento matemático a través de la implementación de pedagogías activas centradas en el estudiante. Lo anterior implica contar con una enseñanza efectiva por parte de los profesores (Jiang, Ma, & Gao, 2016), y por tanto, su formación automáticamente se convierte en el centro de interés de los esfuerzos que se hacen por reformar la enseñanza de las matemáticas. Es decir, se considera que el éxito de la deseada reforma educativa depende, en gran medida, de las competencias y la efectividad de los profesores (Garet, Porter, Desimone, Birman, & Yoon, 2001).

Como consecuencia de lo anterior, actualmente los programas de Desarrollo Profesional Docente (PDP) intentan fortalecer las habilidades de los profesores para “transformar su conocimiento en prácticas que beneficien el crecimiento de los estudiantes” (Avalos, 2011; p.10), al tiempo que integran estas habilidades en sus programas de aprendizaje y enseñanza. Diversos estudios (e.g., Bell & Kozlowski, 2009) señalan que la enseñanza y el aprendizaje activo son útiles para promover el aprendizaje y el desempeño de los estudiantes. Para Bell y Kozlowski (2009), quienes centran su investigación en el diseño de intervenciones que apoyen el aprendizaje activo de los estudiantes, los cuales influyen en la naturaleza de su auto regulación y, especialmente, su metacognición durante la práctica. El aprendizaje activo se relaciona con un desempeño exitoso de los estudiantes; en este proceso, la metacognición de los profesores cumple un papel fundamental. Sin embargo, aunque existe abundante investigación acerca de la metacognición de los estudiantes, poco se ha hecho en relación con la de los maestros.

Teniendo en cuenta lo anterior y con base en esta teoría, elaboramos la siguiente hipótesis. Profesores activos, es decir, aquellos que implementan mayoritariamente actividades centradas en el estudiante, desarrollan una mayor conciencia meta cognitiva acerca de su enseñanza. En este estudio, exploramos la relación causal entre la conciencia meta cognitiva de los profesores y los tipos de enfoques pedagógicos, en una muestra de 240 profesores. Intentamos comprobar la confiabilidad de la teoría del aprendizaje activo integrado para profesores de matemáticas en una situación real.

Marco Teórico

Las investigaciones sobre la conciencia metacognitiva de los estudiantes establecen que aquellos que son más conscientes de su aprendizaje, tienen un desempeño más estratégico en comparación con los que no desarrollan tal conciencia (e.g., McCormick, 2003; Pressley & Ghatala, 1990). La metacognición se refiere al conocimiento individual para monitorear y controlar el proceso cognitivo (Young & Fry, 2008). En el caso de los profesores, la conciencia metacognitiva en la enseñanza o la enseñanza con metacognición se refiere a su capacidad para reflexionar sobre, comprender y controlar el enfoque y la evaluación de la propia enseñanza

antes, durante y después de las clases para maximizar su eficacia pedagógica (Hartman, 2001).

En los PDP, mejorar la eficacia de la enseñanza es uno de los principales objetivos. Si estamos de acuerdo en que el propósito de los PDP es formar profesores con el conocimiento y las habilidades para alcanzar objetivos educativos claros y, además, capaces de monitorear su propio comportamiento para ajustar y resolver problemas (Davis & Gray, 2007), entonces necesitamos profesores que se auto-regulen (Corno, 2001). Desde este punto de vista, deberíamos prestar atención al papel central de la sensibilización de la metacognición del profesorado en los PDP (Jiang et al., 2016).

Últimamente en el campo educativo existe un interés creciente por comprender el uso que hacen los profesores de sus conocimientos metacognitivos y habilidades en su enseñanza (Hartman, 2001). Con base en el modelo conceptual del aprendizaje activo de Bell y Kozlowski (2009), se asume que la naturaleza de la enseñanza afecta los procesos individuales de autorregulación y metacognición. Por lo tanto, se considera que los métodos de enseñanza de los profesores pueden impulsar su conciencia sobre su proceso de enseñanza. Un aula activa centrada en el estudiante puede promover la necesidad de controlar los procesos de autorregulación a través de la planificación, monitoreo y evaluación de la enseñanza, tendientes a alcanzar los objetivos educativos. Lo anterior en abierto contraste con la enseñanza magistral centrada en el aprendizaje de procedimientos, en las que los profesores no tienen la oportunidad de controlar y evaluarse ellos mismos, ya que todo proviene de una forma tradicional y rutinaria de la enseñanza. Esta perspectiva se enmarca en una teoría que es necesario verificar en la realidad.

Metodología

El estudio que presentamos se inscribe en la tradición cuantitativa de la investigación en el campo de la educación matemática. En él recurrimos al uso de la técnica del Panel de Correlación Cruzada (PCC) como herramienta principal del análisis.

Muestra

Los datos que presentamos fueron recogidos en el contexto de un PDP denominado *Activando la Resolución de Problemas en el Aula* o ARPA, el cual se implementa actualmente a nivel nacional en Chile. El programa propone 3 modelos de desarrollo profesional, entre los que se encuentra el denominado RPCContenido. Éste dura una semana y se centra en fortalecer la habilidad de los docentes para implementar la resolución de problemas no rutinarios con énfasis en un contenido en particular en ramas de las matemáticas tales como la geometría, el álgebra, la aritmética y la probabilidad y estadística. Los profesores participantes asistieron al taller durante el verano chileno, a comienzos del año 2017. El equipo investigador aplicó un cuestionario dos veces, al comienzo y al final del curso a 240 profesores participantes de los talleres. Cada docente estuvo en sólo uno de los nueve talleres investigados.

El equipo investigador seleccionó intencionalmente la muestra del estudio entre los profesores participantes en los talleres RPCContenido. Estos profesores enseñaban matemáticas en los niveles de primaria y secundaria en escuelas públicas, privadas y subvencionadas, localizadas en áreas urbanas y suburbanas y provenían de diversas instituciones educativas. .

Instrumentos de recolección de datos y procedimiento.

Utilizamos un cuestionario como instrumento principal para recolectar los datos. Éste fue desarrollado en dos partes, las cuales corresponden a dos aspectos distintos: Conciencia Metacognitiva de la enseñanza e inventario de enfoques de enseñanza. Los formularios del cuestionario y el contenido de estas evaluaciones serán discutidos en mayor detalle más adelante.

La primera parte fue nombrada *Habilidades Metacognitivas de los profesores para la enseñanza* o HMPE, cuyos ítems fueron tomados del *Inventario de Conciencia Metacognitiva para Profesores* o ICMP. Los 12 ítems incluidos en esta parte fueron seleccionados del Metacognition Awareness Inventory for Teachers o MAIT (Balcikanli, 2011). El cuestionario MAIT fue adaptado de la *Encuesta de Conciencia Metacognitiva* originalmente diseñado por Schraw y Dennison (1994). Los ítems usados en este estudio hacían parte de un componente llamado “regulación de la cognición” o habilidades metacognitivas de los profesores (Jiang et al., 2016) incluyendo la meta-planificación, meta-monitoreo y meta-evaluación.

En la segunda parte del cuestionario, denominada *Inventario de Enfoques de la Enseñanza* (IEE), se incluyeron 20 ítems originalmente diseñados por Trigwell, Prosser y Waterhouse (1999). Estos fueron modificados por el equipo investigador de manera tal que fueran apropiados y pertinentes para los profesores participantes y sus enfoques de enseñanza de las matemáticas. El instrumento incluyó dos componentes principales: (1) Cambio Conceptual/Centrado en el estudiante (CCCE), y (2) Transmisión de Información/Centrado en el Profesor (TICP).

La versión en inglés del cuestionario fue traducida al español por un traductor profesional y traducida nuevamente al inglés por un educador bilingüe independiente que no había visto la versión original. Esta segunda versión resultó similar a la original. Los ítems fueron evaluados a través de una prueba piloto con 15 profesores participantes. Las evaluaciones piloto mostraron que los ítems de los cuestionarios eran comprensibles, fácilmente administrables y contextualmente aceptables. Todos los ítems usaron la escala Likert de 5 puntos, la que varía entre “Muy en desacuerdo” a “Muy de acuerdo”, y todos los ítems fueron evaluados positivamente. El apéndice 1 muestra una información general acerca de la escala del cuestionario y su confiabilidad.

El instrumento fue aplicado dos veces con una separación de una semana durante el PDP. En la primera sesión de cada taller, los monitores a cargo del PDP introdujeron el taller y el estudio; luego le pidieron a los docentes participantes que completaran el cuestionario. Al final del taller, se les aplicó nuevamente el cuestionario. En ambas instancias, los profesores tenían 15 minutos para responder.

Análisis Estadístico

Para responder la hipótesis de investigación se utilizó la técnica del PCC estadístico para analizar los datos. El PCC es un diseño cuasi-experimental adecuado para probar la relación espuria o la hipótesis causal de datos correlacionales (Kenny, 1975; p.887) comparando las correlaciones cruzadas. Para adelantar este tipo de análisis se necesitan dos variables medidas simultáneamente en dos tiempos distintos, Tiempo 1 y Tiempo 2. Para dos constructos X y Y y dos mediciones (Tiempo 1 y Tiempo 2) se generan cuatro variables (X_1 , X_2 , Y_1 , and Y_2). Por tanto, hay 6 correlaciones posibles calculadas por cada par de estos datos; 2 autocorrelaciones ($\rho_{X_1X_2}$ y $\rho_{Y_1Y_2}$), dos relaciones sincrónicas ($\rho_{X_1Y_1}$ y $\rho_{X_2Y_2}$), y dos correlaciones cruzadas ($\rho_{X_1Y_2}$ y

$\rho_{X_2Y_1}$) las que son importantes en nuestra toma de decisiones. Un PCC es un método para probar relaciones espurias comparando el diferencial cruzado (i.e. $\rho_{X_1Y_2} - \rho_{X_2Y_1}$). Si X causó Y entonces el diferencial cruzado entre las variables [$\rho_{X_1Y_2} - \rho_{X_2Y_1}$] es positivo y viceversa. De hecho, aquí la hipótesis nula es que la relación entre X y Y no es causalidad y es debido a una tercera variable no medida. Además, para interpretar los resultados del PCC, es necesario satisfacer dos supuestos: sincronicidad y estacionaridad (Kenny, 1975; Kenny & Harackiewicz, 1979). Si los supuestos no se cumplen, entonces se sugiere realizar una corrección usando el método de razón de confiabilidad (Kenny, 1975).

Resultados

Kenny and Harackiewicz (1979) recomiendan que el análisis PCC se base sólo en los casos en los que no falten datos. Por esta razón en el análisis realizado, todos los casos con valores perdidos fueron borrados, quedando 215 casos. Calculamos todos los tipos de correlaciones (correlaciones sincrónicas, autocorrelaciones y correlaciones cruzadas) entre las variables del panel, tales como habilidades metacognitivas docentes (meta planificación, meta monitoreo y meta evaluación) y enfoques de enseñanza de matemáticas (TICP y CCCE) medidas dos veces.

Autocorrelaciones

Los resultados de las autocorrelaciones mostradas en la tabla 1 evidencian que la estructura casual para cada par de variables relacionadas con las habilidades metacognitivas y el CCCE no cambió demasiado en el tiempo. Esto significa que todas las causas de X y Y no-erróneas cambian a la misma razón en el tiempo. Kenny (1975) llamó a este supuesto “Estabilidad Homogénea”. Por tanto, podemos concluir que el supuesto de estabilidad y confiabilidad de las variables se cumple.

Tabla 1.

Confiabilidad y Autocorrelación

Variables	Confiabilidad ^a		Autocorrelación
	Primera vez	Segunda vez	
Meta-Planificación	.71	.65	.56**
Meta-Monitoreo	.69	.73	.57**
Meta-Evaluación	.71	.75	.57**
CCCE	.76	.76	.58**
TICP	.71	.78	.72**

^a Alpha Cronbach, ** p-value < 0.01

Correlaciones sincrónicas

Los resultados de las correlaciones sincrónicas mostradas en la tabla 2 sugieren que la estructura casual para cada par de variables no cambió en el tiempo una semana después.

Tabla 2.

Correlación sincrónica.

X e Y	ρ_{X1Y1}	ρ_{X2Y2}
TICP y Meta-Planificación	.038	.065
TICP y Meta-Monitoreo	-.024	.080
TICP y Meta-Evaluación	.055	.051
CCCE y Meta-Planificación	.44**	.49**
CCCE y Meta-Monitoreo	.51**	.52**
CCCE y Meta-Evaluación	.51**	.49**

** p-valué < 0.01

Como muestran los resultados, hay correlaciones sincrónicas fuertes, positivas y estadísticamente significativas entre las habilidades metacognitivas de los profesores y los enfoques de enseñanza CCCE en el tiempo. Lo anterior significa que el CCCE y las habilidades metacognitivas de los profesores están correlacionadas significativamente y los profesores que más usan los enfoques CCCE son más metacognitivamente conscientes acerca de sus enfoques de enseñanza o viceversa. No obstante, este patrón no es verdadero para profesores que están usando enfoques TICP. Este hecho sugiere que hay relación positiva entre CCCE y todas las tres escalas de habilidades metacognitivas de los profesores.

Correlaciones cruzadas

Los resultados mostrados en la tabla 3 sugieren que las correlaciones cruzadas para cada par de variables no cambiaron en el tiempo una semana después. Estos resultados evidencian que los efectos cruzados del CCCE en el Tiempo 2 en las tres escalas de habilidades metacognitivas son significativos. Adicionalmente, los efectos cruzados del CCCE en el Tiempo 2 en las tres escalas de habilidades metacognitivas en el Tiempo 1 conservan el carácter significativo. Las diferencias también son positivas. Esto significa que los enfoques CCCE influyen en las habilidades metacognitivas de la enseñanza. Destaca que los profesores que eligen enfoques más centrados en los estudiantes son más metacognitivamente conscientes acerca de sus estrategias de enseñanza. En este sentido, estos profesores se preocupan por planificar antes de enseñar, monitorean su enseñanza durante las clases y evalúan su enfoque de enseñanza después de terminar cada sesión de clases. No obstante, estas diferencias no son tan grandes como para causar efectos significativos. Lo anterior sugiere que los enfoques de enseñanza CCCE son una causa, más no una causa significativa de la conciencia metacognitiva de los profesores.

Tabla 3.

Correlación cruzada

X e Y	ρ_{X1Y2}	ρ_{X2Y1}	Diferencia	z^a
CCCE y Meta-Planificación	.40**	.36**	.042	.58
CCCE y Meta-Monitoreo	.51**	.42**	.086	1.41
CCCE y Meta-Evaluación	.47**	.38**	.096	1.36

** p-valué < 0.01

Discusión

En este estudio se utiliza un cuestionario y la técnica del PCC para investigar el orden causal en la relación entre los enfoques de enseñanza de las matemáticas y la conciencia metacognitiva de la enseñanza, incluyendo la meta planificación, meta monitoreo y meta evaluación. Como muestran los resultados, existe una relación causal entre el CCCE y enseñar matemáticas mientras los profesores están metacognitivamente conscientes de su enseñanza. En este estudio, encontramos que los profesores que adoptan una estrategia de enseñanza de las matemáticas centrada en el estudiante y que posibilitan que éstos construyan su propio conocimiento e implementan estrategias más enfocadas en ellos (Trigwell & Prosser, 1996), son más propensos a preparar su clase previamente, monitorean su enseñanza durante la clase, y evalúan lo que hicieron en clase al finalizar. No obstante, no hay tal evidencia para los profesores que enseñan basándose en un enfoque TICP. Lo anterior significa que éstos no se preparan para la clase y no monitorean ni evalúan sus enfoques de enseñanza.

Kozlowski et al. (2001) argumentan que los procesos auto-regulatorios juegan un rol fundamental en el aprendizaje activo e identifican la necesidad de “expandir nuestra evaluación para incluir factores que hagan referencia al auto-monitoreo, auto-evaluación y atribuciones” (p. 25). Nuestro estudio revela que la conciencia metacognitiva está relacionada, de hecho, con los enfoques de enseñanza activos y orientados a los estudiantes. Un estudio realizado por Bell y Kozlowski (2008) demostró que la calidad de las actividades auto-evaluatorias de los estudiantes influye en los resultados de la enseñanza. El modelo conceptual integrado de aprendizaje activo (Bell & Kozlowski, 2009) también revela que una manera de dar forma a estas actividades de auto-regulación cognitiva y de metacognición es a través del diseño instruccional.

Nuestro estudio se propone contribuir a la comprensión de los procesos Metacognitivos de los profesores. Este estudio puede aportar a un mejor entendimiento de los métodos de enseñanza centrados en los estudiantes usados por los profesores y de las condiciones para mejorar sus prácticas. Así mismo, el estudio también puede contribuir en la comprobación de la consistencia del modelo conceptual integrado de aprendizaje activo para los métodos de enseñanza activa de los profesores.

Como en toda investigación, existen varias limitaciones en este estudio que merecen ser consideradas. La mayor limitación del presente estudio es el corto intervalo (sólo una semana) entre las dos fechas de recolección de datos. Creemos que se necesita una re-evaluación longitudinal para asegurar la confiabilidad de esta correlación. Es decir, creemos que estos resultados necesitan ser validados por investigaciones futuras, ya que el presente estudio es el primer intento por evaluar estos efectos causales entre los enfoques de enseñanza y la conciencia metacognitiva de los profesores acerca de su enseñanza.

Referencias y bibliografía

- Avalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher Education over ten years. *Teaching and Teacher Education*, 27(1), 10-20.
- Balcikanli, C. (2011). Metacognitive awareness inventory for teachers (MAIT). *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(3), 1309-1332.
- Bell, B. S., & Kozlowski, S. W. (2008). Active learning: effects of core training design elements on self-regulatory processes, learning, and adaptability. *Journal of Applied Psychology*, 93(2), 296-316.

- Bell, B. S. & Kozlowski, S. W. J. (2009). Toward a theory of learner-centered training design: An integrative framework of active learning [Electronic version]. In S. W. J. Kozlowski & E. Salas (Eds.), *Learning, Training, and Development in Organizations* (pp. 263-300). New York: Routledge.
- Brown, C. A., Carpenter, T. P., Kouba, V. L., Lindquist, M. M., Silver, E. A., & Swafford, J. O. (1988). Secondary school results for the fourth NAEP mathematics assessment: Algebra, geometry, mathematical methods, and attitudes. *The Mathematics Teacher*, 81(5), 337-397.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915-945.
- Hartman, H. J. (2001). Teaching metacognitively. In H.J. Hartman (Ed.), *Metacognition in learning and instruction: Theory, Research and Practice* (pp. 149-169). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Jiang, Y., Ma, L., & Gao, L. (2016). Assessing teachers' metacognition in teaching: The Teacher Metacognition Inventory. *Teaching and Teacher Education*, 59, 403-413.
- Kenny, D. A. (1975). Cross-lagged panel correlation: A test for spuriousness. *Psychological Bulletin*, 82(6), 887.
- Kenny, D. A., & Harackiewicz, J. M. (1979). Cross-lagged panel correlation: Practice and promise. *Journal of Applied Psychology*, 64(4), 372.
- National Assessment of Educational Progress, NAEP (1988). Mathematics assessment: Discrete mathematics, data organization and interpretation, measurement, number, & operations. *Mathematics Teacher*, 81, 241-249.
- National Council of Teachers of Mathematics, NCTM (1991). *Professional standards for teaching mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics. Reston, VA.
- Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational Psychology*, 19(4), 460-475.
- Trigwell, K., & Prosser, M. (1996). Congruence between intention and strategy in university science teachers' approaches to teaching. *Higher Education*, 32(1), 77-87.
- Trigwell, K., Prosser, M., & Waterhouse, F. (1999). Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning. *Higher Education*, 37(1), 57-70.
- Young, A., & Fry, J. D. (2008). Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 8(2), 1-10.

Apéndice A

Componentes del Cuestionario y Confiabilidad

Componentes	Escalas	Descripción	No Ítems	Ejemplo Ítem	Alpha
Habilidades Metacognitivas de los Profesores para la Enseñanza (HMPE)	Planificación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer objetivos para la enseñanza. ✓ Seleccionar estrategias apropiadas para la enseñanza. ✓ Identificar recursos antes de la clase. 	4	Establezco objetivos de enseñanza específicos antes de empezar a enseñar matemáticas	.71
	Monitorear	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Autoevaluación mientras enseña ✓ Online awareness of teaching performance. 	4	Mientras enseño matemáticas, me pregunto periódicamente si estoy cumpliendo con mis objetivos de enseñanza.	.72
	Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evaluación de los productos de la enseñanza y de su eficacia. ✓ Análisis del desempeño después de una clase. 	4	Una vez terminado un curso de matemáticas, me pregunto a mí mismo qué tan bien he cumplido mis objetivos de enseñanza.	.74
Inventario de Enfoques de Enseñanza (IEE)	CCCE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una estrategia centrada en el estudiante para ayudarlos a cambiar sus visiones del mundo o las concepciones de los fenómenos estudiados. 	11	Durante las clases de matemáticas, el tiempo debería ser usado en la solución de problemas desafiantes por parte de los estudiantes.	.76
	TICP	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una estrategia centrada en el profesor con la intención de transmitir a los estudiantes información sobre la disciplina. 	9	Es importante que el tema esté completamente organizado en términos de objetivos específicos relacionados con las pruebas estandarizadas (e.g. SIMCE, PSU, etc.)	.77