



EL CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA. PREDICTORES PRINCIPALES DESDE EL MTSK EN LA FORMACIÓN DOCENTE INICIAL

FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ GUTIÉRREZ / EUGENIO LIZARDE FLORES / JOSÉ LUIS ZÚNIGA ZUMARÁN

ESCUELA NORMAL RURAL “GRAL. MATÍAS RAMOS SANTOS”
frajaher_79@hotmail.com
life_genio@yahoo.com.mx
zuma_zjl9@yahoo.com.mx

Resumen

El objetivo de este estudio, es encontrar los niveles de relación significativa del conocimiento de los temas matemáticos (Kot), el conocimiento de las características del aprendizaje (KFLM) y el conocimiento de los estándares de aprendizaje de las matemáticas (KMLS), desde la perspectiva de la teoría del MTSK (Carrillo, Climent, Contreras, & Muñoz-Catalán, 2013) y las concepciones de los docentes en formación inicial de la Escuela Normal Rural “Gral. Matías Ramos Santos” de San Marcos, Loreto, Zacatecas. Para ello, se realizó un análisis integracional de regresión lineal múltiple a partir de la aplicación y análisis de un cuestionario con reactivos tipo Likert. La muestra consistió en 52 alumnos que cursan el cuarto semestre de la licenciatura en educación primaria. Los resultados muestran un modelo de regresión que se ajustó a dos predictores, esto indica, que el predictor más significativo de la variable dependiente sobre la dificultad en la enseñanza de problemas con planos cartesianos, es la variable independiente que se refiere al mismo problema matemático pero en el aprendizaje, es decir, se confirma la relación entre las concepciones de dificultad en la enseñanza de problemas y su aprendizaje por parte de los niños.

Palabras clave: Concepciones del profesor, conocimiento especializado, formación docente.





INTRODUCCIÓN

Ante la actual problemática de la formación matemática de los profesores, vinculada con la evidencia de los bajos resultados en las pruebas internacionales, el Cuerpo Académico “El conocimiento especializado del profesor de matemáticas” nos estamos preguntando cómo podemos configurar alternativas formativas que permitan que los futuros profesores construyan un sólido conocimiento tanto matemático como didáctico.

Dicha construcción puede estar mediada por la articulación entre los 6 subdominios que propone el MTSK (Carrillo, Climent, Contreras, & Muñoz-Catalán, 2013) y las concepciones que manifiestan los estudiantes en torno a la dificultad que puede tener la enseñanza como el aprendizaje de los contenidos matemáticos propuestos en los 8 temas en que se organizan (SEP, 2012) durante la educación primaria.

Para evidenciar estas articulaciones, en el presente estudio se reportan los resultados de la aplicación de una encuesta a una muestra compuesta por 52 alumnos que cursan el 4º semestre de la LEP, tomando como foco de análisis los subdominios KoT, KFLM y KMLS, con lo cual se cubren a su vez el dominio matemático como el didáctico descritos en el MTSK.

Aunque la encuesta aplicada contempló 56 variables, aquí reportamos los resultados del análisis de regresión lineal de la variable *Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano enseñanza*; se eligió esta variable debido a que en un análisis de correlación de Pearson (Hernández & Lizarde, 2015) fue la variable que tuvo una correlación con mayor fuerza a un nivel de significancia de $p \leq 0.10$.

Los resultados indican que hay una relación significativa entre las concepciones que el docente asume de la dificultad para que los alumnos aprendan el contenido y sus propias dificultades para desarrollar estrategias de enseñanza, es decir, en la medida que asumen un contenido difícil para aprender por parte de los niños, al mismo tiempo asumen que les representará mayores dificultades en su enseñanza.





EL MTSK EN LA FORMACIÓN DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Resultados internacionales en competencia matemática, como la prueba de PISA 2012, muestran que México se encuentra en el lugar 53 de 65 países evaluados. El porcentaje de los niveles de desempeño en nuestro país, indican una alta concentración en el segundo y tercer nivel con 32% y 28% respectivamente, en contra de sus porcentajes más bajos en los niveles más altos de desempeño, con un 13% en el cuarto nivel, un 4% en el quinto nivel y 0% en el sexto nivel (INEE, 2013).

Esta realidad educativa en la enseñanza de las matemáticas, ha trascendido hacia un enfoque que permita a los individuos enfrentarse a su realidad cotidiana y poder resolver los problemas que se le presenten, así lo evidencian argumentos del actual Plan de Estudios para Educación Primaria del 2011.

De igual forma, el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2012) expide el Acuerdo 649 con el que se establece El Plan de Estudios para la Formación de Maestros de Educación Primaria con fundamentos desde el Acuerdo Nacional de Desarrollo en el que se establece el fortalecimiento de las capacidades de los docente en la enseñanza y el Plan Sectorial de Educación 2007-2012 en el que se pone como objetivo elevar la calidad de la educación de los estudiantes.

Situación que permite dilucidar la importancia, tanto desde la educación primaria, como de la educación normal, de la imperante necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Estudios como el de (Lizarde, 2013) y (Hernández & Lizarde, 2015) demuestran la modificación en las concepciones de los futuros docentes vinculada con la práctica del conocimiento matemático y su didactificación a lo largo de su formación en la escuela normal.

Desde esta perspectiva, se visualiza la necesidad de caracterizar el Conocimiento Especializado del Profesor de Matemáticas (Mathematics Teachers' Specialised Knowledge) (Carrillo, Climent, Contreras, & Muñoz-Catalán, 2013) específicamente, en la formación inicial de los maestros de educación primaria, como una posibilidad de buscar ese equilibrio en los





procesos de formación entre el conocimiento matemático y el conocimiento didáctico del contenido matemático (Shulman, 1986).

De este modo, se asume la dualidad teórica en la formación de los futuros maestros, hacia el conocimiento profesional específico del trabajo en la docencia en el nivel primaria en la enseñanza de las matemáticas y, a su vez, la didactificación de ese conocimiento como proceso metodológico en las prácticas educativas del profesor de matemáticas (Flores, Escudero, & Aguilar, 2013) (Lizarde & Zúñiga, 2014).

La aportación de la teoría del MTSK a este estudio, se enfoca en la caracterización y búsqueda de principales predictores para encontrar sus correlaciones estadísticas de los subdominios: Conocimiento de los temas matemáticos (KoT), Conocimiento de las características del aprendizaje (KFLM) y Conocimiento de los estándares de aprendizaje de las Matemáticas (KMLS), desde las concepciones de los docentes en formación del cuarto semestre de la Licenciatura en educación primaria.

DEFINICIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Pregunta de investigación

1. ¿Cuáles son los niveles de relación entre las concepciones de dificultad en la enseñanza y aprendizaje de los contenidos matemáticos con los subdominios explicitados en la teoría del MTSK?

Objetivo de investigación

1. Detectar los niveles de relación entre las concepciones sobre la dificultad en la enseñanza de los temas matemáticos con su aprendizaje con relación a los subdominios KoT, KFLM y KMLS del MTSK.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Perfil y delimitación de los participantes

Se contó con la aportación de 52 alumnos de la escuela Normal Rural “Gral. Matías Ramos Santos” de San Marcos, Loreto, Zacatecas, que corresponden al 86.6% de la población total. Las muestras se centraron en dos grupos del cuarto semestre. Se obtuvo la muestra mínima posible





de casos, considerando la proporción de la muestra p entre ± 0.05 de la proporción P de la población con un 95% de nivel de confianza de acuerdo con Krejcie y Morgan (1970).

El 44.2% de la muestra son hombres y el 55.8% son mujeres, al considerar la prueba no paramétrica de chi-cuadrado, se observa que la proporción entre hombres y mujeres es equivalente ($\chi^2 = .692$, $gl = 1$, $p = .405$). Con respecto a las frecuencias de los grupos encuestados reportaron equivalencia a partir del nivel de probabilidad ($\chi^2 = .692$, $gl = 1$, $p = .405$), el grupo "A" contó con un 44.2% de la muestra y el "D" un 55.8%.

DISEÑO DEL INSTRUMENTO

El instrumento para la recolección de datos que se utilizó para este estudio fue una encuesta elaborada por los autores del artículo. Los argumentos teóricos considerados para su elaboración surgieron de la propuesta de la teoría del MTSK.

El instrumento se elaboró considerando 28 problemas matemáticos extraídos del libro de desafíos matemáticos para sexto grado de educación primaria, los criterios para su selección fue a partir de los 3 ejes temáticos, 8 temas matemáticos y 11 estándares curriculares propuestos para este grado. Los jóvenes leyeron el problema matemático, lo analizaron individualmente y contestaron en cada reactivo el nivel de dificultad que consideran podrían llegar a tener en el proceso de enseñanza y aprendizaje para cada problema matemático.

La encuesta consta de cuatro variables nominales para la caracterización general de los respondientes y 56 variables ordinales, en el caso de estas últimas, la forma de responder fue a través de una variación de la escala Likert con cinco opciones para responder del 1 al 5, que significan el valor de dificultad que el normalista otorga desde sus propias concepciones sobre el reactivo.

Dentro de las propiedades psicométricas del instrumento, se realizó una exploración de la consistencia interna del instrumento utilizando el método de *Alfa de Cronbach*, del que se obtuvo un coeficiente total de confiabilidad para las 56 variables ordinales de .941 y una correlación ítem de .233.





PROCEDIMIENTO

Se desarrolló un análisis de regresión lineal múltiple mediante el método de pasos sucesivos (*Stepwise*). Para ello, se ubicaron las variables complejas con mayores puntajes de correlación: Tema ubicación espacial enseñanza con un promedio en sus medias de 3.14, Tema ubicación espacial aprendizaje con un promedio de 3.36, Tema Medida enseñanza con un promedio de 2.64 y Tema medida aprendizaje con un promedio en sus medias de 2.84, se realizó una caracterización específica de las variables para detallar sus niveles de normalidad y homocedasticidad. Las cuatro variables complejas se tomaron a partir de la transformación de las 56 variables ordinales en 16 variables complejas, que corresponden a los 8 temas matemáticos, midiendo en cada caso, tanto la dificultad en su enseñanza, como en su aprendizaje.

Con el propósito de establecer predictores de la variable Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano enseñanza, se realizó el análisis de regresión, se eligió esta variable debido a que en un análisis de correlación de Pearson (Hernández & Lizarde, 2015) fue la variable que tuvo una correlación con mayor fuerza a un nivel de significancia de $p \leq .010$. La correlación se observó desde su pertenencia en su variable compleja *Tema ubicación espacial enseñanza* que indicó una correlación de 0.88 con la variable compleja *Tema ubicación espacial aprendizaje* (Figura), la correlación con la variable *Tema medida enseñanza* fue de 0.56 (Figura 2) y con *Tema medida aprendizaje* de 0.66 (Figura 3). Para el análisis se utilizaron como variables independientes o predictores, las variables simples que componen las variables complejas que se han expuesto: Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano aprendizaje, Ubicación espacial y escala en mapas enseñanza, Ubicación espacial y escala en mapas aprendizaje, Relación entre sistemas de medición en longitud enseñanza, Relación entre sistemas de medición en longitud aprendizaje, Relación entre sistemas de medición en peso enseñanza, Relación entre sistemas de medición en peso aprendizaje, Volumen de cuerpos geométricos enseñanza, Volumen de cuerpos geométricos aprendizaje, Fórmulas de figuras para perímetro enseñanza, Fórmulas de figuras para perímetro aprendizaje, Diámetro y perímetro de circunferencia enseñanza, Diámetro y perímetro de circunferencia aprendizaje, Unidades de tiempo: lustros, décadas, centenarios enseñanza, Unidades de tiempo: lustros, décadas, centenarios aprendizaje, Problemas relaciones de tiempo enseñanza y Problemas relaciones de tiempo aprendizaje.



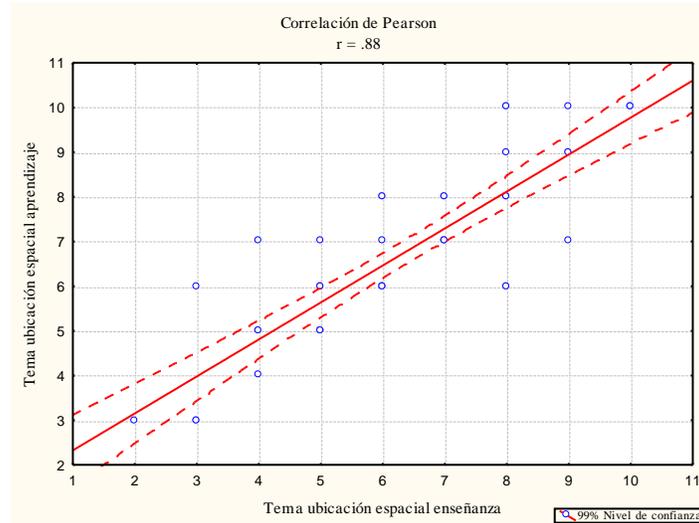


Figura 1. Gráfico de Correlación de Pearson de las variables complejas: Tema ubicación espacial aprendizaje y Tema ubicación espacial enseñanza

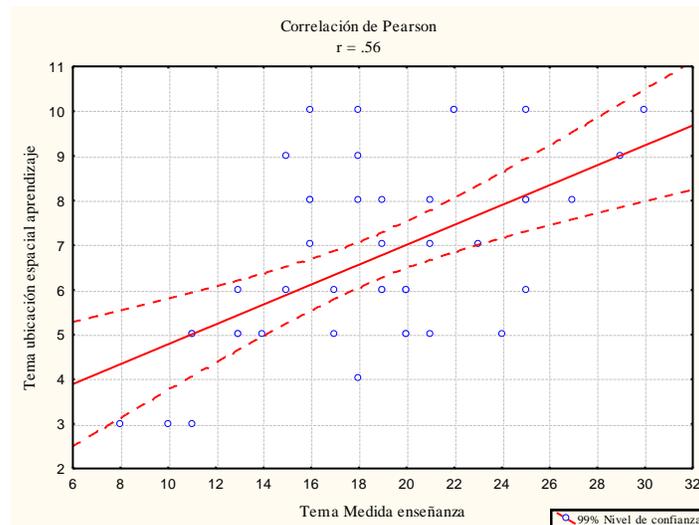


Figura 2. Gráfico de Correlación de Pearson de las variables complejas: Tema ubicación espacial aprendizaje y Tema medida enseñanza



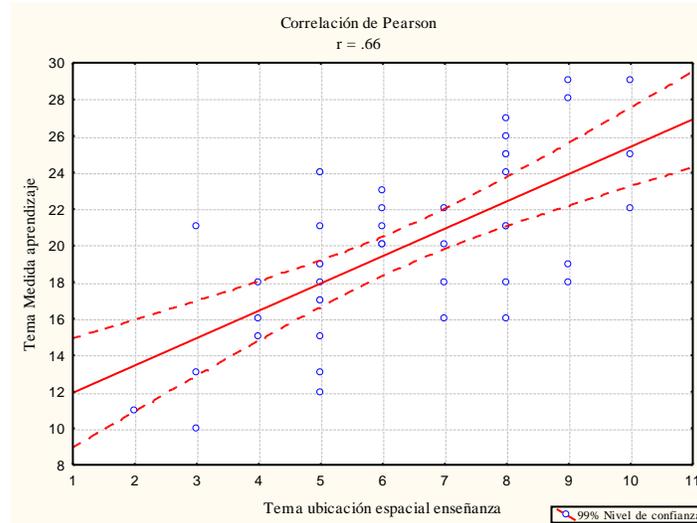


Figura 3. Gráfico de Correlación de Pearson de las variables complejas: Tema medida aprendizaje y Tema ubicación espacial enseñanza

Los requisitos que se consideraron para el uso de la prueba paramétrica de regresión lineal de este estudio fueron: N superior a 30 casos, nivel de medición numérica en las variables para correr el análisis, una distribución normal en los datos utilizando la prueba de Kolmorov-Smirnov y; la homocedasticidad de las varianzas en las mismas a partir de un estudio de Levene, a partir de su agrupación en sus variables complejas.

En la prueba de normalidad Kolmorov-Smirnov para una muestra de las variables complejas. Los resultados expuestos en el puntaje más bajo Z de las puntuaciones al considerar el parámetro de varianza ≥ 0.050 se aceptó hipótesis nula, por lo tanto se acepta la normalidad en las varianzas y la posibilidad del uso de estadística paramétrica.

Con respecto a la homogeneidad de las varianzas, se desarrolló el análisis estadístico de Levene. Se observa en los resultados un nivel de probabilidad ≥ 0.050 , por lo que el resultado permite manifestar que las varianzas de las variables se observan como homogéneas y por lo tanto tienen homocedasticidad (Tabla 1).





Tabla 1. Prueba de Levene para homogeneidad y Prueba Kolmorov-Smirnov para normalidad de varianzas.

<i>Variables complejas</i>	<i>Prueba de Levene</i>		<i>Prueba Kolmorov-Smirnov</i>	
	<i>F</i>	<i>p.</i>	<i>Z_{K-S}</i>	<i>p.</i>
Tema ubicación espacial enseñanza	.132	.718	.981	.291
Tema ubicación espacial aprendizaje	2.185	.146	1.110	.170
Tema Medida enseñanza	.551	.462	.587	.881
Tema Medida aprendizaje	.075	.785	.581	.888

Para correr el análisis de método de Alfa de Cronbach, la Correlación Inter-Ítem y Correlación de Pearson se utilizó el paquete estadístico Statística 7, para la regresión lineal, se utilizó el software estadístico SPSS 21.

RESULTADOS

Análisis de regresión lineal del nivel de complejidad de la variable Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano enseñanza

El modelo se ajustó a dos predictores, la constante con mayor indicador de predicción de la variable dependiente Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano enseñanza son las variables Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano aprendizaje y Relación entre sistemas de medición en longitud enseñanza. Estos resultados indican que el nivel de dificultad que el docente en formación asume hacia los problemas relacionados con ubicación espacial, específicamente hacia el uso del plano cartesiano al momento de desarrollar sus estrategias de enseñanza, está relacionado significativamente con el proceso de aprendizaje, es decir, con las propias dificultades que el niño muestre, tanto en sus procesos de construcción del conocimiento, como en sus espacios de desenvolvimiento.

Los resultados también reportan una relación con una de las variables con las que se indicó mayor correlación, es decir, al mismo tiempo que se confirma una relación mediante un análisis de regresión para predicción de la variable que implica niveles de dificultad con la enseñanza con su misma variable que mide los niveles de dificultad en el aprendizaje, se relaciona también con los contenidos de enseñanza. Esto permite inferir concepciones de los futuros docentes de relación entre los niveles de dificultad de enseñanza con su aprendizaje, y también entre distintos contenidos que pertenecen incluso a otros temas matemáticos. Situación que permite confirmar la preocupación por relacionar distintos contenidos, de los distintos temas, en este caso sobre los situados en el modelo, para establecer los niveles de dificultad que se asume al momento de didactificar las matemáticas en los diversos estándares curriculares.





Tabla 4. Resumen del modelo de regresión para la variable dependiente Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano enseñanza

Predictores	CNE		CT	T	P	Correlaciones		EC	
	B	ET	Beta			Par	Sem	T	FIV
(Constante)	-.254	.251		-1.012	.317				
Puntos en primer cuadrante de plano cartesiano aprendizaje	.816	.062	.820	13.178	.000	.891	.799	.950	1.053
Relación entre sistemas de medición en longitud enseñanza	.278	.067	.258	4.150	.000	.526	.252	.950	1.053

Nota: CNE = Coeficientes no estandarizados, CT = coeficientes tipificados, Par = correlaciones parciales, Sem = correlaciones semiparciales, T = tolerancia, FIV = factor de inflación de la varianza, EC = estadísticos de colinealidad. R = .914, R² = .834, R² corregida = .827, Error típico = .498.

CONCLUSIONES

A partir de los avances en la caracterización del conocimiento especializado del profesor que enseñará matemáticas en la educación primaria, y con los datos que hasta el momento hemos encontrado, podemos concluir provisionalmente que hay una fuerte tendencia en los docentes en formación para relacionar la dificultad que presenta para ellos un contenido con la previsible dificultad que tendrá su enseñanza con los niños, es decir, desde sus concepciones manifiestan que si para ellos es difícil el contenido, también lo será para los niños y a la vez será más difícil su enseñanza.

También se resalta, el vínculo que desde las concepciones de los docentes en formación, asumen entre los distintos contenidos matemáticos, este aspecto permite sugerir un hallazgo concreto desde este estudio hacia la teoría del MTSK. Esta teoría propone una relación entre 2 dominios en la formación del conocimiento especializado de los profesores, el dominio matemático y el didáctico, teniendo como centro a las concepciones. De acuerdo a los resultados encontrados en el estudio de regresión, se confirmó esa relación concreta entre contenidos de distintos temas matemáticos con las concepciones de los alumnos encuestados y los subdominios de formación del MTSK que se retomaron para este estudio.

En esta parte queremos plantear la hipótesis, con la finalidad de seguir explorándola desde escenarios investigativos concretos, de que en la construcción del conocimiento especializado de los profesores de matemáticas en formación inicial, es necesario generar





procesos de descentramiento de su rol de estudiantes para que asuman paulatinamente el rol docente que les genere una visión y concepciones específicas a su futura tarea profesional.

Esta hipótesis emerge al apreciar que, cuando los estudiantes se enfrentaron a la resolución de las preguntas de la encuesta, su actitud fue más la de un estudiante ante un examen que la de un profesor ante la resolución de situaciones problema específicas a la docencia y ante ello, sus respuestas están mediadas por su rol actual y sus concepciones como aprendices de matemáticas construidas a lo largo de su escolarización previa.





BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., & Muñoz-Catalán, M. C. (2013). Determining Specialised Knowledge for Mathematics Teaching. En B. Ubuz, C. Haser, & M. A. Mariotti (Ed.), Actas del CERME 8, (págs. 2985 - 2994). Antalya, Turquía.
- DOF. (2012). Acuerdo 649 por el que se establece el Plan de Estudios para la formación de maestros de educación primaria. México: Autor.
- Flores, E., Escudero, D. I., & Aguilar, A. (2013). oportunidades que brindan algunos escenarios para mostrar evidencias del MTSK. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa, & N. Climent, Investigación en Educación Matemática XVII (págs. 275-282). Bilbao: SEIEM.
- Hernández, G. F., & Lizarde, F. E. (2015). Caracterización del MTSK de los docentes en formación: aproximación desde sus concepciones sobre el KFLM y el KMLS. En revisión para su aceptación en RELME 21. Panamá: RELME.
- Hernández, G. F., & Lizarde, F. E. (2015). Las concepciones de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de los profesores de primaria en formación inicial. Presentada en XIV CIAEM. Chiapas: CIAEM.
- INEE. (2013). México en PISA 2012. México: Autor.
- Lizarde, F. E. (2013). Transposición y destransposición del saber matemático y didáctico. Representaciones y prácticas en la formación inicial de docentes. Huelva: Servicio de publicaciones de la UHU.
- Lizarde, F. E., & Zúñiga, J. L. (2014). El conocimiento matemático especializado ¿cuál es la tarea para los formadores de profesores? Foro: Hacia un nuevo modelo educativo. Tema 5. Modernización de la formación docente: diseño de propuestas innovadoras en la formación docente. Guanajuato.
- SEP. (2012). Acuerdo 592 para la articulación de la educación básica. México: Autor.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. American Educational Research Association, 15(2), 4-14.

