

23

DIAGNÓSTICO DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO PARA LA ENSEÑANZA SOBRE DOCENTES EN PROCESO DE FORMACIÓN.

DIAGNOSIS OF MATHEMATICAL KNOWLEDGE FOR TEACHING IN TEACHERS IN TRAINING.

Elgar Gualdrón Pinto ¹

Adriana Inés Ávila Zárate ²

Saúl Adolfo Ordóñez Vargas ³

Universidad Autónoma de Bucaramanga

¹ Elgar Gualdrón Pinto, egualdron@unipamplona.edu.co, celular: 3177616022, Universidad de Pamplona, Pamplona-Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4081-2092>

² Adriana Inés Ávila Zárate, aavila2@unab.edu.co, celular: 3016719986, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga-Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4122-7960>

³ Saúl Adolfo Ordóñez Vargas, saulordonezvargas@gmail.com, celular: 3133638238, I. E. La Palma, Gámbita-Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1032-2209>

RESUMEN

Se presenta un trabajo de investigación que tiene como objetivo la caracterización del conocimiento matemático disciplinar para la enseñanza de los estudiantes de Licenciatura en Educación Infantil en dos etapas diferentes de su formación profesional, al ingresar y al culminar sus estudios de licenciatura. La muestra consiste de 119 estudiantes del programa de Licenciatura en Educación Infantil de una universidad privada y una universidad pública distribuidos en cuatro grupos, dos de primer y dos de último semestre. Como instrumento de recolección de datos, se elaboró un cuestionario con veintisiete preguntas tipo Pruebas Saber de matemáticas; en el cual se seleccionaron la misma cantidad (nueve preguntas) para valorar las competencias de razonamiento, comunicación y resolución de problemas; cada una con tres componentes: numérico – variacional, aleatorio, y espacial – métrico. Finalmente, el análisis de los datos sugiere que los estudiantes de Licenciatura en Educación Infantil de ambas universidades, en su proceso de formación profesional, adolecen de nuevo conocimiento matemático disciplinar para la enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento matemático para la enseñanza, licenciatura en educación infantil, docentes de matemáticas, formación de profesores.

ABSTRACT

A research work is presented that aims to characterize disciplinary mathematical knowledge for teaching, in Bachelor of Early Childhood Education students, in two different stages of their professional training, upon entering and at the end of their undergraduate studies. The sample consists of 119 students from the Bachelor of Early Childhood Education program at the private university and the Public university, divided into four groups, two from the first semester and two from the last semester. As a data collection instrument, a questionnaire with 27 questions was prepared from a booklet of the Saber Mathematics Tests of the ninth grade, the same number of questions were selected in the reasoning, communication and problem-solving skills; and components: numerical - variational, random, and spatial - metric. The analysis of the data suggests that students of the Bachelor of Early Childhood Education, in their professional training process, do not acquire new disciplinary mathematical knowledge for teaching.

KEYWORDS: Mathematical knowledge for teaching, degree, math teachers, teacher training.

INTRODUCCIÓN

Los estudios realizados sobre el Conocimiento del Contenido Pedagógico, o PCK (Pedagogical Content Knowledge, por sus siglas en inglés), llevaron a la exploración de bases del conocimiento derivadas del conocimiento pedagógico (Vergara & Cofré, 2014) de los que surgieron modelos como el conocimiento matemático para la enseñanza, o MKT (Mathematical Knowledge for Teaching, por sus siglas en inglés). El MKT se teorizó a partir de una propuesta para redireccionar el énfasis de esta área de investigación, basada en la comprensión respecto a cómo los docentes desarrollan y usan el conocimiento matemático al momento de realizar sus procesos de enseñanza (Ball, Thames & Phelps, 2008).

El desarrollo del MKT aborda problemas asociados al conocimiento matemático requerido por un profesor para cumplir eficazmente con la enseñanza de las matemáticas (Vázquez, Aveleira & Pena, 2016). Se considera un factor fundamental para los futuros profesores de Educación

Básica Primaria, en tanto que propender por la enseñanza de competencias matemáticas a escolares implica ayudarles a construir un pensamiento lógico, probabilístico, numérico y espacial, que les permita ser capaces de comunicarse mediante un sistema numérico y desarrollar relaciones con diferentes tipos de pensamiento (Espinosa & Mercado, 2008). Es importante destacar que, para que un docente pueda desarrollar una labor efectiva en la tarea de enseñar la ciencia matemática, es fundamental identificar los conceptos básicos que este debe poseer y conocer a profundidad para que sus estudiantes logren una comprensión sólida de las matemáticas elementales. En esta medida, mientras un docente no cuente con el conocimiento matemático básico, le será imposible lograr una enseñanza completa y efectiva sobre un tema que no está dentro de su completo dominio (Montes, Contreras & Carrillo, 2013). Tomando en cuenta los postulados de Shulman (1986), quien planteó preguntas críticas sobre los procesos de transferencia del conocimiento tales como: ¿Qué saben los profesores?, ¿Qué enseñan?, ¿Cómo lo enseñan? (como se citó en Martínez & Van, 2009), se hizo evidente la necesidad de medir las competencias docentes, para determinar si éstas se articulan a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

Por esta razón, se estima relevante tener en cuenta que el desarrollo profesional docente sea considerado como aquel proceso que conlleva la apropiación de los aprendizajes, tanto de baja como de alta complejidad, necesarios para el ejercicio educativo. Además, la profesionalización en el área pedagógica no sólo incluye aspectos técnicos, sino también cognoscitivos, psicomotrices y socio afectivos (Sosa, 2012).

Si bien todas las áreas de conocimiento son importantes en la formación básica primaria, se otorga especial relevancia al conocimiento matemático para la enseñanza, ya que las competencias matemáticas, junto con la lectoescritura, se constituyen como las bases de aprendizaje fundamentales en el marco elemental de la formación académica, en tanto que dichos contenidos son de carácter instrumental (Luna & Páez, 2018). De allí, se infiere que las limitaciones en el aprendizaje de las ciencias matemáticas sean hoy por hoy una de las mayores preocupaciones manifiestas dentro del mundo educativo, teniendo en cuenta especialmente los altos niveles de fracaso escolar que se presentan en torno a esta área. En este sentido, se destaca el trabajo realizado por Cerón, Mesa & Rojas (2012) quienes sugieren que en las situaciones prácticas, de los procesos de enseñanza y aprendizaje, se identifican las implicaciones de las concepciones del conocimiento matemático, lo cual, puede llevar a que el profesor trabaje en la construcción de una metodología definida y mejore el desarrollo de sus prácticas pedagógicas. En relación con el fortalecimiento del conocimiento matemático en futuros docentes de matemáticas, Botello & Parada (2015) sugieren como estrategia de fortalecimiento del conocimiento matemático las tutorías entre pares. Dichas tutorías les exigían a los futuros profesores de matemáticas recordar y afianzar los contenidos que se requieren para explicar a sus pares, quienes más adelante los van a necesitar para ejercer como profesores de matemáticas.

Lo anterior resalta la importancia que tiene el MKT en los docentes que se dedican a la enseñanza de las matemáticas, total o parcialmente, como es el caso de los docentes de primaria, a quienes en Colombia no se les exige énfasis alguno para el ejercicio de su labor docente en esta área. En consonancia, según Guacaneme, Obando, Garzón & Villa (2013), la situación se atenúa con las pocas o nulas horas de formación profesional sobre las ciencias básicas, particularmente en matemáticas. Al respecto, González & Eudave (2018) y Chapman (2015) sugieren que la formación en matemáticas de los futuros docentes de primaria es indispensable para una buena enseñanza de la misma.

Resulta pertinente evaluar las competencias matemáticas adquiridas en el proceso de formación de los futuros profesores que se forman como licenciados en educación infantil, a fin de

establecer, si los contenidos curriculares vistos a lo largo de su proceso educativo les permiten adquirir un nivel de conocimiento matemático adecuado para la transferencia de conocimiento a sus estudiantes. Si bien las matemáticas son parte fundamental de la formación al interior del programa de Licenciatura en Educación Infantil, en universidades como las seleccionadas para el presente estudio, no es el único enfoque en el cual se sustenta el proceso de formación, en tanto que este profesional, debe instruirse para enseñar diversas áreas disciplinares (español, ciencias naturales, sociales, historia, entre otras). En este sentido se puede ver sesgada la rigurosidad y la profundización del conocimiento matemático que el futuro docente debe adquirir. Considerando lo expuesto anteriormente, surgen importantes cuestionamientos, como el que nos ocupa en el presente estudio ¿cuál es el nivel de conocimiento matemático para la enseñanza o MKT de los futuros Licenciados en Educación Infantil?

A partir de este tipo de preguntas surgió el siguiente objetivo que orienta la investigación, diagnosticar el conocimiento matemático para la enseñanza en los docentes en proceso de formación del programa de Licenciatura en Educación Infantil en una universidad pública y otra privada. De manera específica, para dar cumplimiento al objetivo anteriormente mencionado, en primera medida se caracterizó el MKT en los estudiantes que ingresan a primer y a último semestre de Licenciatura en Educación Infantil de las dos universidades y, finalmente, se compararon los resultados obtenidos entre los estudiantes de estos semestres.

Para este propósito evaluativo sobre los conocimientos matemáticos, se toma como referente al Ministerio de Educación Nacional - MEN (2004), sobre cómo la evaluación debe ser de carácter formativo; para tal fin, formuló los estándares en matemáticas basados en una serie de procesos, contenidos y pensamientos matemáticos para los diferentes ciclos de formación, los cuales se toman como referentes para el diseño de las pruebas estandarizadas elaboradas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - ICFES.

Los Lineamientos Curriculares dieron las bases para la creación de los Estándares Básicos (MEN, 1998); estas dos orientaciones son enfáticas en indicar que las instituciones educativas del país deben evaluar las competencias de sus estudiantes, entendidas estas como las destrezas que tienen los alumnos para entender y saber usar los conocimientos matemáticos, aspectos que se deben trabajar dentro y fuera del aula de clase (ICFES, 2019).

De acuerdo con lo anterior, el ICFES en las Pruebas Saber 9 de matemáticas que aplica a estudiantes del grado noveno de todo el país (ICFES, 2017) evalúa seis competencias organizadas en tres grupos: en el grupo de Razonamiento, se evalúan las competencias de razonamiento y argumentación; en el grupo de Comunicación, se miden las competencias de la comunicación, la representación y la modelación; y, en el grupo Resolución de Problemas, se evalúan las de planteamiento y resolución de problemas (ICFES, 2017).

En cuanto a los aspectos conceptuales y estructurales de las matemáticas, el ICFES, de acuerdo con los Lineamientos Curriculares y Estándares Básicos de competencias, organiza los cinco tipos de pensamiento matemático en tres grupos de componentes: pensamiento numérico y variacional en un grupo; pensamiento métrico y espacial en un segundo grupo y, finalmente en otro, el pensamiento aleatorio. Con esta clasificación, el ICFES genera un esquema útil en el que se plantea el espectro total de los ejes matemáticos expuestos en los estándares (ICFES 2019).

METODOLOGÍA

A continuación, se presenta el enfoque metodológico que se tuvo en cuenta para realizar la investigación, así como los instrumentos y técnicas que se establecieron para la recolección e

interpretación de la información pertinente para dar respuesta a la pregunta de investigación y a los objetivos planteados.

Método de investigación

Se trabaja un enfoque cuantitativo de tipo no experimental longitudinal, en tanto que hace uso de la recolección de datos para probar hipótesis con base en la toma de mediciones de tipo numérico y el análisis estadístico (Hernández, Fernández & Baptista, 2014). Se hace pertinente este diseño considerando que justamente se pretende medir el conocimiento matemático disciplinar de los estudiantes de Licenciatura en Educación Infantil, para determinar, con base en un análisis comparativo del MKT, en un momento inicial y final del proceso de formación, cuál y cuánto de dicho conocimiento matemático logran apropiarse, en su proceso de formación, tanto en el contexto educativo de una universidad privada como en el de una universidad pública.

Población

La población seleccionada para el desarrollo de esta investigación son los estudiantes de Licenciatura en Educación Infantil de dos universidades, una pública y una privada. La selección de dichas universidades se realizó por conveniencia, dado que los investigadores tienen vínculo laboral con ellas.

Muestra

La muestra seleccionada son los estudiantes de primer y último semestre de Licenciatura en Educación Infantil de las dos universidades seleccionadas en esta investigación. Esta selección tiene como fin identificar y caracterizar la evolución del MKT de los licenciados durante su proceso de formación profesional.

Técnica e instrumento de recolección de la información

En esta medida, la técnica empleada para la recolección de los datos en esta investigación es la encuesta que, de acuerdo con López & Fachelli (2015), es “una técnica de recogida de datos a través de la interrogación de los sujetos cuya finalidad es la de obtener de manera sistemática medidas sobre los conceptos que se derivan de una problemática de investigación previamente construida” (p. 8). En este sentido, se utilizó el modelo del cuestionario como el instrumento para la obtención de los datos, ya que, como lo menciona Briones (2002), el cuestionario es el componente principal de una encuesta. Este tipo de instrumento es el que aplica periódicamente el ICFES en las Pruebas Saber, en los niveles de escolaridad de primaria, secundaria y educación media, con el fin de evaluar diversas áreas del conocimiento, entre ellas, matemáticas, la lectura crítica, las ciencias sociales y ciudadanías, las ciencias naturales y el inglés.

CUESTIONARIO

Para el diseño y elaboración del cuestionario, se tomó como referencia un cuadernillo de preguntas libres de las Pruebas Saber para el noveno grado, en el área de matemáticas, publicado por el ICFES en el año 2016. Esta decisión se tomó teniendo en cuenta que en la aplicación de este tipo de pruebas ya está garantizada la validez y la confiabilidad del instrumento. El ICFES mide y evalúa en el área de las matemáticas tres competencias fundamentales: Razonamiento, Comunicación y Resolución de Problemas; a su vez, cada una de estas competencias está subdividida en tres componentes: el espacial-métrico, numérico-variacional, y aleatorio, obteniendo así nueve tipos diferentes de preguntas a evaluar. El tipo

de preguntas que se emplean en estas pruebas son cerradas de selección múltiple, con cuatro opciones de respuesta, siendo sólo una de estas la correcta; generalmente, el tiempo promedio para resolver cada pregunta es dos minutos.

Con el fin de centrarse más en el conocimiento y procesos matemáticos que aplicaron los estudiantes para resolver el cuestionario, se agregó a cada pregunta un espacio para que se justifique el porqué de la respuesta seleccionada, por lo que se hizo necesario ampliar el tiempo. Los estudiantes contaron con 3,7 minutos en promedio para resolver y justificar cada una de las preguntas y con una hora y cuarenta minutos para desarrollar toda la prueba. El cuestionario consta de 27 preguntas. Se decidió este número, para cubrir así cada uno de los nueve tipos diferentes de combinaciones entre competencias y componentes que se van a evaluar. En la tabla 1 se observa la distribución y orden de las preguntas del cuestionario de acuerdo con la combinación de las competencias y componentes.

Tabla 1. Distribución de preguntas por competencia y componente.

COMPETENCIA	COMPONENTE	NÚMERO DE PREGUNTA
RAZONAMIENTO	Numérico – Variacional	1, 2, 3
	Aleatorio	4, 5, 6
	Espacial – métrico	7, 8, 9
COMUNICACIÓN	Espacial – métrico	10, 11, 12
	Numérico – Variacional	13, 14, 15
	Aleatorio	16, 17, 18
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	Espacial – métrico	19, 20, 21
	Numérico – Variacional	22, 23, 24
	Aleatorio	25, 26, 27

Fuente: elaboración propia

Validación del instrumento

La confiabilidad y validez de un instrumento refleja la manera en cómo se ajusta el mismo a las necesidades de la investigación (Hurtado, 2012). Teniendo en cuenta lo anterior, la validez del instrumento diseñado está ligada a la metodología aplicada en la elaboración de las pruebas estandarizadas por el ICFES, las cuales se basan en el modelo de diseño centrado en evidencias (DCE). Al respecto, Mislevy, Almond & Lukas (2003) mencionan que “la ventaja principal de aplicar esta herramienta (DCE), es la validez, ya que, articula la línea o cadena de razonamiento que explica por qué los resultados de la prueba se relacionan con los conocimientos, habilidades y destrezas (CHD) que la prueba pretende medir” (p. 15).

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por cada uno de los cuatro grupos de estudiantes a los que se les aplicó la prueba. Cabe mencionar que, por motivos de la pandemia (Covid-19), se modificó la metodología en la aplicación del cuestionario; los estudiantes de la universidad privada realizaron la prueba presencialmente, como originalmente se planeó, sin embargo, al momento de aplicarla a los estudiantes de la universidad pública, esta ya se encontraba trabajando en la modalidad de acompañamiento virtual, situación que llevó a continuar desarrollando la investigación en dicha modalidad.

De acuerdo con lo anterior, se cambió el formato del cuestionario, de papel a digital, empleando la herramienta Google Forms. El formulario fue lo más parecido al original que emplearon los estudiantes de la universidad privada, además se brindó el mismo tiempo para la resolución de

las preguntas y su debida justificación. Se marcó el ítem de justificación como obligatorio con el fin de poder indagar más acerca del conocimiento y procesos que los estudiantes emplean para responder cada punto.

Con respecto a la rejilla de calificación empleada en la realización del análisis de los datos, se seleccionaron los desempeños propuestos en el marco de referencia para la evaluación desarrollados por el ICFES en el año 2019, los cuales corresponden a una descripción cualitativa de las habilidades y conocimientos que puede tener un estudiante al sacar determinado puntaje y que están clasificados en cuatro niveles: insuficiente, mínimo, satisfactorio y avanzado, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Rejilla de calificación con niveles de desempeño.

Nivel de desempeño	Puntaje	Descripción
Insuficiente	0 a 35	El estudiante que se ubica en este nivel probablemente puede leer información puntual (un dato, por ejemplo) relacionada con situaciones cotidianas y presentada en tablas o gráficas con escala explícita, cuadrícula o, por lo menos, líneas horizontales; pero puede tener dificultades al comparar distintos conjuntos de datos, involucrar diferentes variables o analizar situaciones alejadas de su vida diaria.
Mínimo	36 a 50	Además de lo descrito en el nivel anterior, el estudiante que se ubica en este nivel es capaz de comparar y establecer relaciones entre los datos presentados, e identificar y extraer información local y global de manera directa.
Satisfactorio	51 a 70	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel selecciona información señala errores y hace distintos tipos de transformaciones y manipulaciones aritméticas y algebraicas sencillas.
Avanzado	71 a 100	Además de lo descrito en los niveles anteriores, el estudiante que se ubica en este nivel resuelve problemas y justifica la veracidad o falsedad de afirmaciones que requieren el uso de conceptos.

Fuente: elaboración propia basado en ICFES (2016).

MKT de los estudiantes de primer semestre de la universidad privada.

La prueba la presentaron 32 estudiantes de primer semestre; de ellos, solo 3 estudiantes entregaron la prueba antes de culminar el tiempo. En promedio cada estudiante respondió hasta la pregunta 23 de las 27 que conformaban la prueba, lo que podría indicar que el tiempo no fue suficiente además impacta en el porcentaje de respuestas acertadas de la competencia de resolución de problemas, debido a que estas estaban ubicadas justo al final de la prueba y no alcanzaron a ser contestadas.

En la tabla 3 se observa que la competencia razonamiento fue la que tuvo mayor cantidad de respuestas acertadas (56,25%), siendo esta competencia la única en el nivel satisfactorio, lo cual sugiere que los estudiantes seleccionan información, señalan errores y hacen distintos tipos de transformaciones y manipulaciones aritméticas y algebraicas sencillas. Al observar la competencia de comunicación, los estudiantes respondieron acertadamente el 44,79%, menos de la mitad de las preguntas, con un nivel de desempeño mínimo. Con respecto a la competencia resolución de problemas, los estudiantes respondieron el 27,43%, es decir, aproximadamente

respondieron bien una de cada cuatro preguntas; sin embargo, este resultado se debe analizar desde otro punto de vista, ya que se calculó con respecto a las 9 preguntas que estructuran la competencia. Como se mencionó anteriormente, el tiempo no fue suficiente y los estudiantes alcanzaron a responder solo 5 de las 9 preguntas, en otras palabras, los estudiantes respondieron acertadamente el 44,44% de las preguntas, dando un nivel de desempeño mínimo en esta competencia.

Sobre la justificación en la selección de la respuesta se encontró que solo el 20,25% lo realizó de manera pertinente, el porcentaje restante no justificó o lo hizo incorrectamente (70,37%) o expresó no saber cómo resolver la pregunta (9,38%).

TABLA 3. Resultados estudiantes de primer semestre de la universidad privada.

Primer semestre universidad privada								
COMPETENCIAS								
RAZONAMIENTO			COMUNICACIÓN			RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
56,25%			44,79%			27,43%		
COMPONENTE								
<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>	<i>Espacial - métrico</i>	<i>Espacial - métrico</i>	<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>	<i>Espacial - métrico</i>	<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>
58,33%	52,08%	58,33%	56,25%	28,13%	50,00%	36,46%	20,83%	25,00%
<i>Total respuestas justificadas correctamente en la prueba</i>			<i>Total respuestas sin justificar o justificadas incorrectamente</i>			<i>Justificó no saber o no tener idea de cómo resolver la pregunta</i>		
20,25%			70,37%			9,38%		

Fuente: elaboración propia

En cuanto a los componentes, se tiene que los resultados más altos en cada una de las competencias corresponden al espacial-métrico, con niveles de desempeño satisfactorio en las competencias de comunicación y razonamiento y un nivel mínimo en la de resolución de problemas. Por otro lado, el componente numérico-variacional con un nivel de desempeño insuficiente es el más bajo en las competencias de comunicación y resolución de problemas; en el caso de razonamiento, la mejor de las tres competencias, el componente más bajo es el aleatorio con un nivel de desempeño satisfactorio.

MKT de los estudiantes de último semestre de la universidad privada

Los 21 estudiantes que presentaron la prueba cursaban octavo semestre de Licenciatura en Educación Infantil. Con este grupo, al igual que con los de primer semestre, el tiempo no fue suficiente, dado que cuando se terminó el tiempo ninguno había terminado, de hecho, contestaron en promedio una pregunta menos, 22 de las 27 que conformaban el cuestionario.

En la tabla 4, se observa que los resultados por competencias y componentes son bajos, incluso más bajos que los de primer semestre. Razonamiento es la competencia con el porcentaje más alto con un 53,44% y un nivel de desempeño satisfactorio, indicando que cada estudiante en promedio respondió acertadamente 4,8 preguntas de las nueve que corresponden a esa competencia. Ahora, si se observa la competencia de comunicación, obtuvo un resultado del

36,51% y un nivel de desempeño mínimo, casi insuficiente para esta competencia. En el caso de resolución de problemas ocurrió algo similar que con los estudiantes de primer semestre, debido al tiempo, solo alcanzaron a responder 4 de las 9 preguntas de esta competencia. En la tabla 3 se observa que respondieron acertadamente el 22,22% de las 9 preguntas, pero al calcular este porcentaje con respecto a las 4 preguntas que sólo alcanzaron a responder, el resultado cambia significativamente, siendo del 49,99% con un nivel de desempeño mínimo, pero cerca del satisfactorio para esta competencia.

Sobre la justificación en la selección de la respuesta se encontró que solo el 19,22%, porcentaje menor a los estudiantes de primer semestre, lo realizó de manera pertinente, los demás no justificaron o lo hicieron incorrectamente (66,31%) o expresaron no saber cómo resolver la pregunta (14,46%), lo que indica que en este grupo hay más estudiantes que parecen no comprender las preguntas.

TABLA 4. Resultados estudiantes de último semestre de la universidad privada

Último semestre universidad privada								
COMPETENCIAS								
RAZONAMIENTO			COMUNICACIÓN			RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
53,44%			36,51%			22,22%		
COMPONENTE								
<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>	<i>Espacial - métrico</i>	<i>Espacial - métrico</i>	<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>	<i>Espacial- métrico</i>	<i>Numérico - Variacional</i>	<i>Aleatorio</i>
52,38%	46,03%	61,90%	55,56%	23,81%	30,16%	31,75%	14,29%	20,63%
<i>Total respuestas justificadas correctamente en la prueba</i>			<i>Total respuestas sin justificar o justificadas incorrectamente</i>			<i>Justificó no saber o no tener idea de cómo resolver la pregunta</i>		
19,22%			66,31%			14,46%		

Fuente: elaboración propia

MKT de los estudiantes de primer semestre de la universidad pública.

En la universidad pública, el cuestionario lo respondieron 38 estudiantes de primer semestre bajo la modalidad virtual, mediante el formato de Google Forms. Ellos debían responder y justificar obligatoriamente todas las respuestas del cuestionario para que el sistema les permitiera enviarlas; este hecho no fue impedimento para que el tiempo establecido para la prueba fuera insuficiente, tal como ocurrió con los estudiantes de la universidad privada.

En la tabla 5, se muestran los resultados de las tres competencias, los cuales tienen valores muy similares y cercanos al 70% de respuestas correctas. Razonamiento y comunicación tienen un nivel de desempeño satisfactorio y, en el caso de resolución de problemas, este nivel es avanzado. Con respecto a los resultados obtenidos por componentes, se observa que espacial - métrico es el componente en el que los estudiantes obtuvieron el mejor resultado con un nivel de desempeño avanzado en cada una de las competencias. Por otro lado, no hay un componente que sea el más bajo en las tres competencias. Se destaca que en la competencia de razonamiento los componentes aleatorio y numérico - variacional tienen los mismos resultados. En comunicación, el componente más bajo fue el aleatorio y, en el caso de resolución de problemas, el componente más bajo fue numérico - variacional; en todos esos casos el nivel de desempeño de los componentes fue satisfactorio.

Sobre la justificación en la selección de la respuesta resulta favorable ver cómo el 46,20%, de los estudiantes de primer semestre justificaron de manera pertinente. El 56,80% no justificaron o lo hicieron incorrectamente y, solo 6,02%, expresaron no saber cómo resolver la pregunta, lo que sugiere que en este grupo hay más estudiantes que comprenden las preguntas y saben cómo resolverlas.

TABLA 5. Resultados estudiantes de primer semestre de la universidad pública

Primer semestre universidad pública								
COMPETENCIAS								
RAZONAMIENTO			COMUNICACIÓN			RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
68,71%			65,50%			71,05%		
COMPONENTE								
Numérico - Variacional	Aleatorio	Espacial - métrico	Espacial - métrico	Numérico - Variacional	Aleatorio	Espacial - métrico	Numérico - Variacional	Aleatorio
65,79%	65,79%	74,56%	71,05%	68,42%	57,02%	78,07%	65,79%	69,30%
Total respuestas justificadas correctamente en la prueba			Total respuestas sin justificar o justificadas incorrectamente			Justificó no saber o no tener idea de cómo resolver la pregunta		
46,20%			53,80%			6,92%		

Fuente: elaboración propia

MKT de los estudiantes de último semestre de la universidad pública.

La prueba la presentaron 28 estudiantes de último semestre de la universidad pública, también de modo virtual, con un tiempo de duración igual al de los demás grupos que participaron en este estudio. Por ser requisito del formato virtual del cuestionario en Google Forms, este grupo, como el anterior, tenía como requisito responder y justificar todas las preguntas con el fin de que la plataforma les permitiera enviar las respuestas seleccionadas.

En la tabla 6, se evidencia que los resultados por competencias son muy similares a los de los estudiantes de primer semestre de esta universidad. Resolución de problemas es la competencia con el resultado más alto, con un nivel de desempeño avanzado. En el caso de las otras dos competencias su nivel de desempeño es satisfactorio, siendo comunicación la más baja de las tres competencias. Con respecto a los componentes espacial – métrico, es el único que tiene un nivel de desempeño avanzado en las tres competencias; además obtuvo los resultados más altos en razonamiento y comunicación. En el caso de la competencia de resolución de problemas, el componente más alto fue el numérico-variacional con un nivel de desempeño avanzado. En cuanto a los componentes más bajos, en cada competencia, no hay uno que sea el mismo para las tres competencias. En resolución de problemas es el componente aleatorio con un nivel de desempeño avanzado; en razonamiento es el componente numérico-variacional con un nivel de desempeño satisfactorio y, en el caso de comunicación, es el componente aleatorio con un nivel de desempeño satisfactorio.

Sobre cómo se justificó la selección de la respuesta correcta, se evidenció que 47, 75% de los estudiantes de primer semestre justificaron de manera pertinente, esto representa un porcentaje levemente superior al anterior grupo. El 52,25% no justificaron o lo hicieron incorrectamente y 10,19% expresaron no saber cómo resolver la pregunta.

TABLA 6. Resultados estudiantes de último semestre de la universidad pública

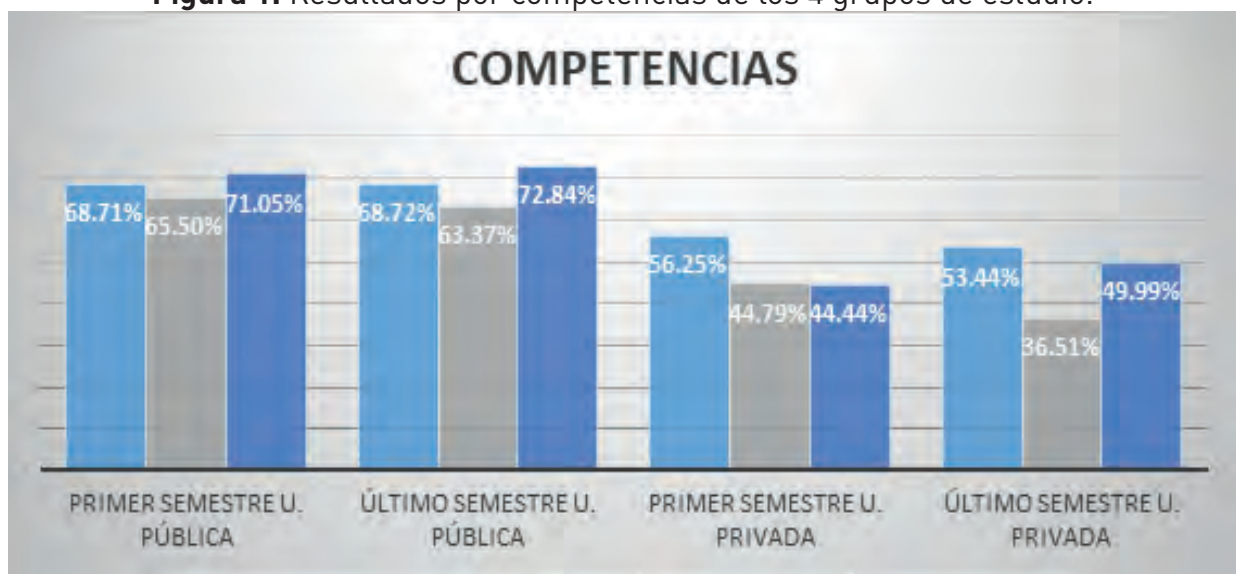
Último semestre universidad pública								
COMPETENCIAS								
RAZONAMIENTO			COMUNICACIÓN			RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
68,72%			63,37%			72,84%		
COMPONENTE								
Numérico - Variacional	Aleatorio	Espacial - métrico	Espacial - métrico	Numérico - Variacional	Aleatorio	Espacial - métrico	Numérico - Variacional	Aleatorio
55,56%	74,07%	76,54%	75,31%	61,73%	53,09%	72,84%	74,07%	71,60%
Total respuestas justificadas correctamente en la prueba			Total respuestas sin justificar o justificadas incorrectamente			Justificó no saber o no tener idea de cómo resolver la pregunta		
47,75%			52,25%			10,19%		

Fuente: elaboración propia

Resultados comparativos por competencias

Los resultados de los estudiantes de la universidad pública son significativamente mejores con respecto a los de la privada, quienes en promedio respondieron correctamente el 68,36% de las preguntas, en comparación a los 40.1% de sus compañeros de la privada. Es decir, cada estudiante de la universidad pública en promedio respondió correctamente 18,4 preguntas, mientras los de la privada contestaron acertadamente 10,83 preguntas de las 27 que conformaban el cuestionario.

Analizando las competencias, se observa en la figura 1 que los resultados comparados entre las dos universidades son muy diferentes entre sí. En la universidad pública los niveles de desempeño de los estudiantes están entre satisfactorio y avanzado. En el caso de la privada esos niveles están entre mínimo y satisfactorio; además, el orden de las competencias en cada universidad es diferente, sin embargo, si comparamos los resultados obtenidos por estudiantes de primer semestre y último semestre de la misma universidad, sí tienden a ser muy similares entre ellos.

Figura 1. Resultados por competencias de los 4 grupos de estudio.

Fuente: elaboración propia

De la figura anterior, en el caso de la universidad pública, la resolución de problemas es la competencia más alta en los dos grupos, con un nivel de desempeño avanzado y, comunicación, como la competencia más baja, con un nivel de desempeño satisfactorio. Lo anterior sugiere que los estudiantes de la universidad pública logran seleccionar información, señalar errores y hacer distintos tipos de transformaciones, manipulaciones aritméticas y algebraicas sencillas, en el nivel satisfactorio. Así mismo, en el nivel avanzado, los estudiantes resuelven problemas y justifican la veracidad o falsedad de afirmaciones que requieren el uso de conceptos matemáticos. Sin embargo, se observa que, en su proceso de formación como licenciados, no adquieren y no evolucionan en el conocimiento disciplinar matemático.

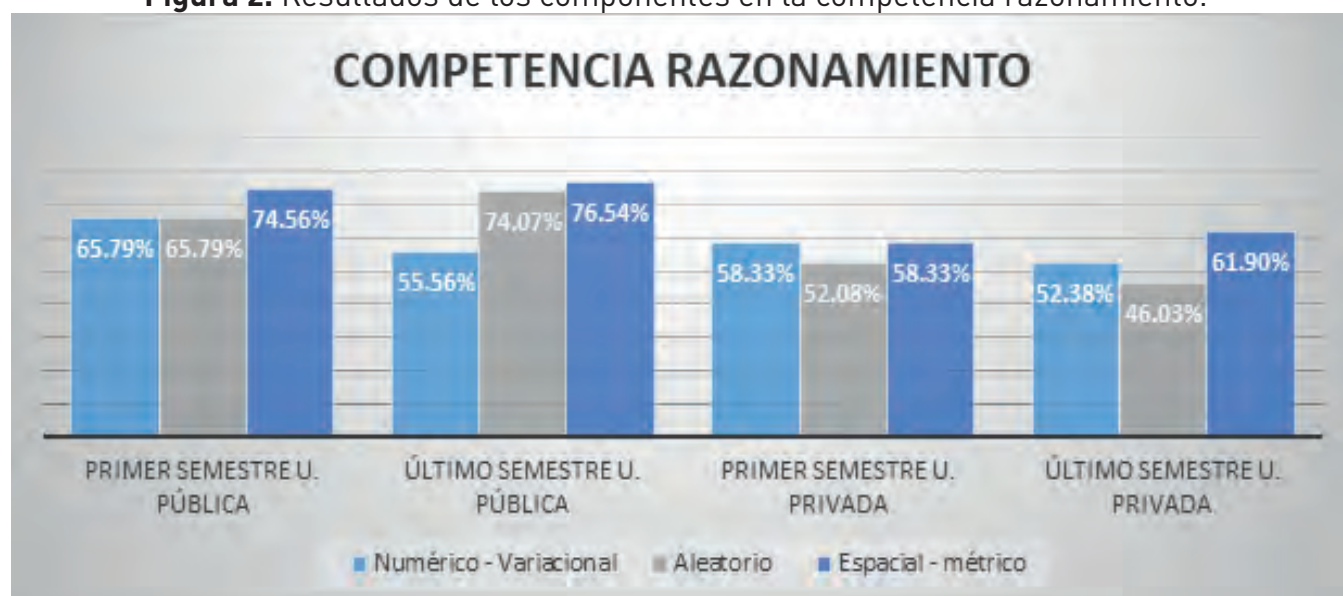
Resultados comparativos por componentes

Cada competencia mide los mismos tres componentes, numérico-variacional, aleatorio, y espacial-métrico; por este motivo, los resultados de los componentes se presentan comparándolos competencia por competencia.

RAZONAMIENTO

Como se observa en la figura 2, el componente más alto de la competencia de razonamiento en los 4 grupos es el espacial-métrico, el cual, para los estudiantes de la universidad pública, tiene un nivel de desempeño avanzado y, en el caso de los estudiantes de la privada, es satisfactorio. En cuanto a los otros componentes, se observa que el numérico-variacional en los cuatro grupos alcanza un nivel de desempeño satisfactorio. En los estudiantes de la universidad privada es el segundo componente después de espacial-métrico, mientras en los estudiantes de la pública tiende a ser el tercer componente después de numérico-variacional, y aleatorio. En el caso del componente aleatorio, es el que muestra resultados más variables, ya que en los cuatro grupos alcanza niveles de desempeño muy diferentes, que van desde el avanzado hasta el mínimo.

Figura 2. Resultados de los componentes en la competencia razonamiento.

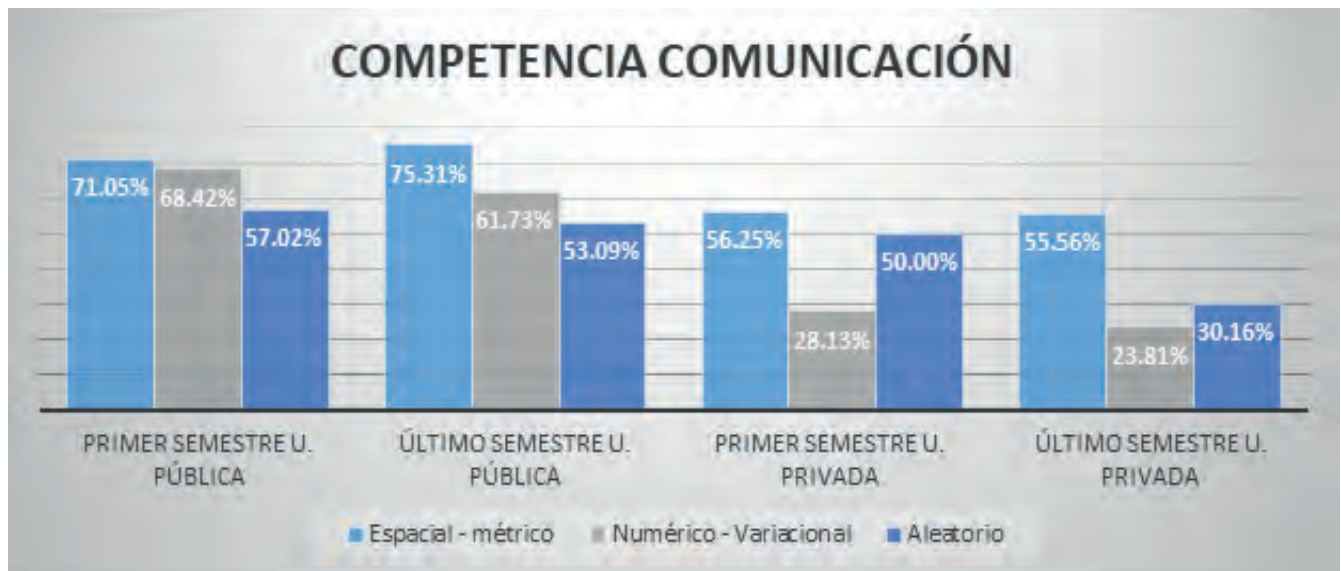


Fuente: elaboración propia

COMUNICACIÓN

Esta competencia tuvo los resultados más bajos en los 4 grupos evaluados, como se mencionó en el análisis comparativo por competencias. Además, esto se evidencia comparando los resultados de los componentes de comunicación, con los de la competencia de razonamiento. En la figura 3 se observa una disminución en cada uno de ellos.

Figura 3. Resultados de los componentes en la competencia comunicación.

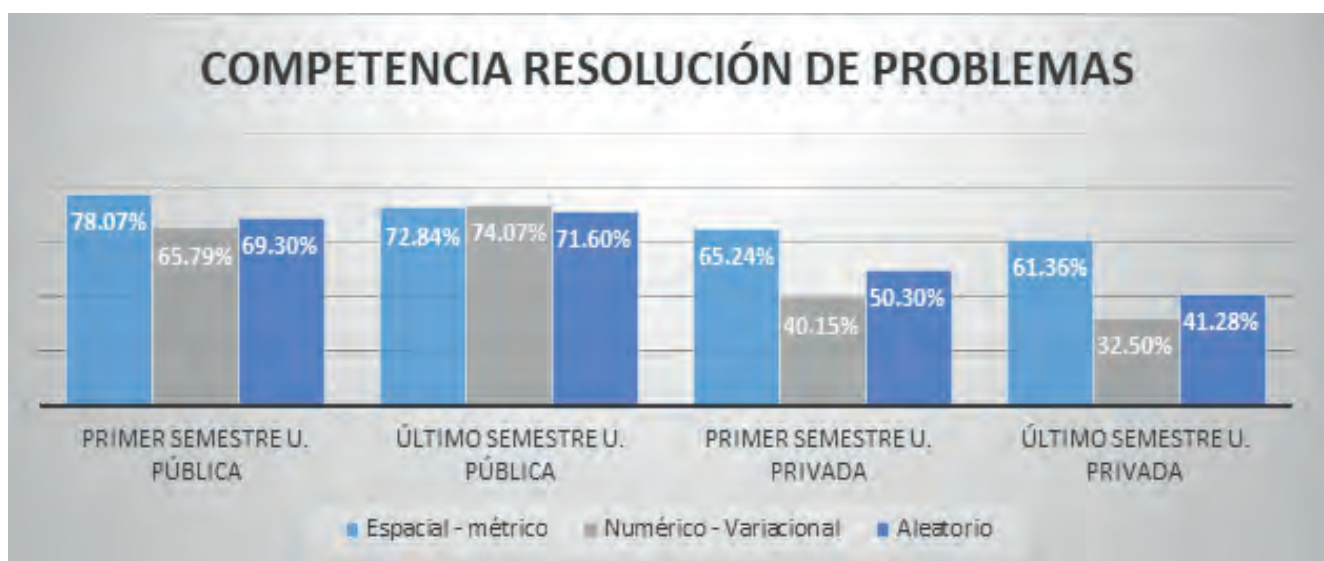


Fuente: elaboración propia

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

En la figura 4, se presentan los resultados por componentes de la competencia de resolución de problemas.

Figura 4. Resultados de los componentes en la competencia resolución de problemas.



Fuente: elaboración propia

De la gráfica anterior, se observa que el componente espacial-métrico tiene los valores más altos en tres de los grupos, a excepción de los estudiantes de último semestre de la universidad pública, quienes obtuvieron los mejores resultados en el componente numérico-variacional, siendo este mismo, el componente con menor porcentaje de respuestas correctas en los estudiantes de la universidad privada, así como de los de primer semestre de la pública.

Análisis con el estadístico chi cuadrado

Durante el proceso de análisis se ha observado una tendencia a repetirse en los resultados de algunos componentes, respecto a la competencia analizada. Por tal motivo, se quiso comprobar en esta investigación, si hay una dependencia o relación entre las formas de proceder (competencias) y los aspectos conceptuales y estructurales (componentes) de las matemáticas en los estudiantes que fueron objeto de este estudio. Para tal fin, se empleó la técnica de análisis del chi cuadrado, ya que, como lo menciona Hernández et al. (2014), es una prueba estadística que se emplea para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas. Este estadístico se calculó para cada uno de los cuatro grupos estudiados.

En la tabla 7, se puede observar que, en los cuatro casos, el chi calculado es menor al valor de referencia de la tabla de distribución; por tal motivo se valida la hipótesis nula que se propuso, a saber: "Existe independencia entre las variables componentes y competencias". Esto sugiere que, aunque en todas las competencias se observó al componente espacial-métrico con los resultados más altos, no hay relación entre las competencias y componentes evaluadas.

TABLA 7. Resultados estadístico chi cuadrado.

Valor de referencia de la tabla de distribución del Chi cuadrado	Chi cuadrado calculado			
	<i>Primer semestre U. Pública</i>	<i>Último semestre U. Pública</i>	<i>Primer semestre U. Privada</i>	<i>Último semestre U. Privada</i>
9,488	1,12	3,98	7,75	3,99

Fuente: elaboración propia

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

De acuerdo a las competencias, los estudiantes de la universidad pública obtuvieron mejores resultados que los de la privada, ya que siempre mostraron un nivel de desempeño superior. Coincide en las dos universidades, y en los cuatro grupos objeto de este estudio, que la competencia con los resultados más bajos fue comunicación, esto se explica con los bajos porcentajes de respuestas justificadas acertadamente, el cual, en los estudiantes de la universidad pública apenas se acerca al 50% y, en el caso de los estudiantes de la universidad privada, es de alrededor del 20%; resultado que es muy preocupante ya que solo justifican correctamente 1 de cada 5 preguntas.

Esto indica que los estudiantes no cuentan con habilidades como: expresar situaciones problema empleando el lenguaje matemático, traducir del lenguaje simbólico formal al natural y viceversa,

expresando de forma sencilla y entendible aquello que está expuesto matemáticamente, esto al momento de iniciar sus estudios en el programa de Licenciatura en Educación Infantil, ni las desarrollan durante su proceso de formación como licenciados en las dos universidades que fueron objeto de este estudio.

Con respecto a la ganancia de nuevo conocimiento del contenido común matemático durante la formación profesional de los estudiantes, en ninguna de las dos universidades se mejora este aspecto; sin embargo, en los estudiantes de la universidad pública este conocimiento no se pierde, ya que los resultados de los estudiantes de primer semestre con respecto a los de último semestre son muy similares, en cuanto a puntajes y niveles de desempeño en los que se encuentran cada uno de las competencias y componentes evaluados. Caso contrario ocurre con los estudiantes de la universidad privada. En los cuatro grupos evaluados, el componente en el que los estudiantes muestran más conocimiento es el espacial-métrico, el cual está relacionado con la construcción y manipulación de representaciones de objetos en el espacio, así como de la estimación de magnitudes, el uso de conceptos como el perímetro, el área y el volumen, entre otros. En el caso de los estudiantes de la universidad pública, para los dos grupos, el componente más bajo en las competencias de comunicación fue el aleatorio; para las competencias de resolución de problemas y razonamiento fue el numérico-variacional; caso contrario ocurrió para los dos grupos de estudiantes de la universidad privada, quienes obtuvieron en la competencia de razonamiento al componente aleatorio como el más bajo, y en las competencias de comunicación y resolución de problemas fue el componente numérico variacional.

En otro de los resultados, se observan coincidencias entre las competencias y los componentes, como por ejemplo, en las tres competencias evaluadas el componente más alto es el espacial-métrico en los cuatro grupos que presentaron la prueba; así mismo, en la competencia de comunicación en la universidad privada el componente numérico-variacional fue el más bajo tanto en estudiantes de primer como de último semestre, en esta misma competencia para la universidad pública el componente más bajo fue el aleatorio para los dos grupos; para el caso de la competencia de razonamiento, en la universidad privada el componente más bajo es el aleatorio para los dos grupos y, en la universidad pública es el numérico variacional; son estas coincidencias las que hacen suponer una posible dependencia entre las competencias y componentes. Por tal razón, se empleó la prueba estadística del chi cuadrado para corroborar o rechazar la dependencia entre las variables evaluadas. Obtenidos los resultados del estadístico aplicado, se concluye que a pesar de que los resultados muestran una coincidencia entre las variables, no existe dependencia alguna entre ellas.

Los resultados y análisis realizados muestran que, durante el proceso de formación profesional de los futuros licenciados en Educación Infantil de las dos universidades, los estudiantes no adquieren nuevo conocimiento matemático disciplinar. Esto se evidencia ya que los de último semestre de ambas instituciones obtuvieron resultados muy similares y en algunos casos inferiores respecto de quienes acaban de ingresar al programa académico. Además, se observó que todos los estudiantes que presentaron la prueba tienen mayores dificultades en la competencia de comunicación; evidencia de esto es el bajo porcentaje de respuestas justificadas correctamente. En el caso de la universidad pública fue del 46%, resultado que es bajo si se considera que los estudiantes no alcanzan a justificar correctamente ni la mitad de las preguntas del cuestionario. Este resultado fue más crítico en el caso de la universidad privada, los estudiantes tienen un nivel de desempeño mínimo en esta competencia, además, el porcentaje de respuestas justificadas correctamente es apenas del 20%; es decir, solo justificaron bien una de cada 5 preguntas que tenía el cuestionario.

En definitiva, es posible sugerir que el conocimiento matemático que reciben los futuros

licenciados en Educación Infantil de las universidades objeto del estudio, durante el proceso de formación profesional, no es el adecuado, ya que en dicho proceso no ocurre una evolución en cuanto a la adquisición de nuevo conocimiento matemático; este resultado contrasta el planteamiento de Godino, Batanero, Font & Giacomone (2016) quienes sugieren que un docente que imparte matemáticas en cualquier nivel de la escolaridad debe tener un conocimiento especializado en cuanto a lo que va a enseñar.

En general, es necesario que las instituciones de educación superior que forman futuros profesores para la educación básica asuman un papel más reflexivo y de re-construcción de los currículos referentes a la formación matemática de los docentes que, aunque no se formen netamente en matemáticas, puedan impartir clases de matemáticas con un mayor conocimiento de la misma.

RECONOCIMIENTOS

Trabajo elaborado en el marco del proyecto de investigación Diagnóstico de la identidad docente y el conocimiento matemático para la enseñanza de futuros profesores de primaria: un estudio comparativo, financiado por la Universidad de Pamplona (Colombia) y Universidad Autónoma de Bucaramanga (Colombia), bajo el código 400-156.012-019 (GA313-BP-2019).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ball, D., Thames, M., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

Botello, I., & Parada, S. (2014). Tutorías entre pares: un camino potencial para la formación de profesores de matemáticas. *Uni-pluriversidad*, 13 (3), 29-42.

Briones, G. (2002). Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Bogotá: ARFO Editores e Impresores Ltda. Recuperado el 25 de septiembre de 2020, de https://www.academia.edu/4353770/Libro_METODOLOGIA_INVESTIGACION_CUANTITATIVA

Cerón, D., Mesa, Y., & Rojas, C. (2012). La naturaleza del conocimiento matemático y su impacto en las concepciones del profesor. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 2 (2), 49-59.

Chapman, O. (2015). Understanding and Supporting Mathematics Teachers' Knowledge for Teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(2), pp. 101-103.

Espinosa, E. O., & Mercado, M. T. (2008). El desarrollo de las competencias matemáticas en la primera infancia. Recuperado el 16 de 5 de 2019, de http://danilepe.weebly.com/uploads/2/5/2/8/25289187/pensamiento_matemtico.pdf

Godino, J. D.; Batanero, C.; Font, V. & Giacomone, B. (2016). Articulando conocimientos y competencias del profesor de matemáticas: el modelo CCDM. En C. Fernández, J. L. González, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en educación matemática*, XX (pp. 288-297). Málaga: SEIEM. Recuperado de <http://www.seiem.es/docs/actas/20/ActasXXSEIEM.pdf>

González, J. F. & Eudave, D. (2018). Conocimiento común del contenido del estudiante para profesor sobre fracciones y decimales. *Educación Matemática*, 30(2), 106-139.

Guacaneme, E., Obando, G., Garzón, D., & Villa, J. (2013). Informe sobre la formación inicial y

- continua de profesores de matemáticas: El caso de Colombia. Cuadernos de investigación y formación en Educación Matemática, 8, 11- 49.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación. Mexico D.F.: McGRAW-HILL
- Hurtado, J. (2012). Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia (4a. ed.). Bogotá.
- ICFES. (2017). Saber 9. Guía de orientación. Bogotá, D. C: ICFES.
- ICFES. (2019). Marco de referencia de la prueba de matemáticas Saber 11°. Bogotá: Dirección de Evaluación, Icfes.
- López - Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Luna, A. R., & Páez, D. A. (2018). Conocimiento del profesor universitario para enseñar matemáticas. Énfasis en lo pedagógico. Recuperado el 18 de 6 de 2020, de <https://revistas.uaa.mx/index.php/docere/article/view/1724>
- Martínez, K. P., & Van, J. (2009). Relaciones entre los aspectos cognitivos y emocionales de la enseñanza. Recuperado el 18 de 10 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6906119>
- MEN. (1998). Lineamientos curriculares: matemáticas. Bogotá D. C.: Creamos alternativas.
- Mislevy, R., Almond, R., & Steinberg, L. (2003). A brief introduction to evidence-centered design. New Jersey: Educational Testing Service, Princeton.
- Montes, M., Contreras, L. C., & Carrillo, J. (2013). Conocimiento del profesor de matemáticas: enfoques del MKT y del MTSK. Recuperado el 18 de 6 de 2020, de <http://funes.uniandes.edu.co/12056>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in Teaching. Educational Researcher, 15 (2), 4-14.
- Sosa, L. (2012). Conocimiento del profesor para la enseñanza de las matemáticas. Contribución teórica al conocimiento del contenido y estudiantes. Recuperado el 18 de 6 de 2020, de <http://funes.uniandes.edu.co/4403>.
- Vázquez, N., Aveleira, J.L., & Pena, C.R. (2016). LA competencia profesional pedagógica de los profesores de matemáticas y física. Revista Boletín Redipe 5(2), 116-130.
- Vergara, C. & Cofré, H. (2014). Conocimiento Pedagógico del Contenido: ¿el paradigma perdido en la formación inicial y continua de profesores en Chile? Estudios Pedagógicos, 40, Número Especial 1, 323-338.