Estudios Pedagógicos XLIX, N° 1: 305-326, 2023
DOI: 10.4067/S0718-07052023000100305

INVESTIGACIONES

# Perfiles de creencias sobre prácticas de instrucción matemática de estudiantes de pedagogía de educación Primaria condicionados por la experiencia escolar y la adopción del rol de profesor

## Profiles of beliefs about mathematics instructional practices of primary education student teachers conditioned by school experience and teacher role adoption

*Eugenio Chandía*[a]
*Anahí Huencho*[b]
*Ernesto San Martín*[c]

[a] Facultad de Educación, Universidad de Concepción.
echandia@udec.cl

[b] Facultad de Educación, Universidad Católica de Temuco.
ahuencho@uct.cl

[c] Facultad de Matemática, Pontificia Universidad Católica de Chile.
esanmart@mat.uc.cl

RESUMEN

El itinerario escolar no solo tiene efecto en el aprendizaje de la matemática, sino que también en las creencias sobre ella, su aprendizaje y enseñanza, y por ende en la construcción de modelos de enseñanza y prácticas de instrucción matemática en los futuros profesores. Así, esta investigación busca identificar relaciones entre los perfiles de creencias sobre prácticas de instrucción matemática y la experiencia formal e informal con el rol de profesor. Para ello se construye y valida una escala de creencias en 328 estudiantes de pedagogía de educación primaria de 18 programas de formación de Chile, identificando perfiles mediante análisis de clases latentes y determinando relaciones usando el test Chi cuadrado. Los resultados muestran que los modelos de enseñanza vivenciados por los estudiantes de pedagogía influyen en sus creencias, más aún si estos han adaptado el rol de profesor enseñando a algún compañero de curso o realizando clases particulares.

*Palabras clave:* creencias, prácticas de instrucción matemática, estudiantes de pedagogía, itinerario escolar.

ABSTRACT

The school itinerary not only has an effect on the learning of mathematics, but also on the beliefs about mathematics, its learning and teaching, and therefore on the construction of teaching models and mathematics instructional practices in future teachers. Thus, this research seeks to identify relationships between the profiles of beliefs about mathematical instructional practices and the formal and informal experience with the role of teacher. For this purpose, a scale of beliefs is constructed and validated in 328 elementary education pedagogy students from 18 training programs in Chile, identifying profiles through latent class analysis and determining relationships using the Chi-square test. The results show that the teaching models experienced by student teachers influence their beliefs, even more so if they have adapted the role of teacher by teaching a classmate or giving private lessons.

*Key words:* Beliefs, Mathematical Instructional Practices, Pre-services teacher, School Itinerary.

Recibido: 30/06/2021
Aceptado: 29/05/2023

## 1. INTRODUCCIÓN

El itinerario escolar es uno de los principales factores que actúa sobre el modelo de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de pedagogía (EP) (Albarracin y Wyer, 2000; Athos y Gabarro, 1978; Darling-Hammond, 2020). En particular, los docentes y las prácticas de enseñanza con los cuales interactuaron los EP en el periodo escolar establecen un marco de disposiciones en la competencia profesional de los futuros profesores (Lampert *et al*., 2013). Llegando a distorsionar los procesos mentales del EP, instaurando estados emocionales de tensión al observar, resolver o explicar problemas matemáticos, implicando los niveles de autoeficacia matemática, los conocimientos matemáticos para enseñar, las creencias sobre el aprendizaje y la enseñanza de la matemática (Lloyd y Howell, 2019), y por ende en las prácticas de instrucción (PI) de los EP (Mcleod, 1992). Lo que demuestra que el itinerario escolar tiene una relación compleja con las dimensiones cognitivas y afectivas que un EP trae al proceso de formación inicial docente (FID) (Calderhead y Robson, 1991; Lortie, 1975).

Como parte del dominio afectivo del marco de competencias profesional, las creencias han sido ampliamente estudiadas en Educación Matemática, dado el efecto que tienen en el proceso de aprendizaje y enseñanza (Philipp, 2007; Richardson, 1996; Thompson, 1992). Tanto así, que forman un sistema que actúa como filtro, estructurando el conocimiento y las conductas como las PI en el aula escolar (Ernest, 1991; Pajares, 1992). La formación de este sistema se ve fuertemente influenciada por la experiencia que el EP ha tenido a lo largo de su trayectoria de formación educativa, como producto de los enfoques teóricos y didácticos que han estado a la base de estos procesos, así como también de las experiencias de enseñanza desarrolladas por el EP, al adoptar el rol de profesor. Todas estas vivencias y perspectivas personales individualizadas en los docentes del itinerario escolar han establecido disposiciones naturales e intuiciones en los EP sobre el aula escolar afectando sus creencias sobre la matemática, su enseñanza y aprendizaje, y por ende en la capacidad para percibir, interpretar y tomar decisiones (Wang *et al*., 2017) evidenciadas en sus PI en el aula escolar (Liljedahl y Oesterle, 2014).

De lo anterior, son muchas las investigaciones que han creado instrumentos para tratar de medir las creencias sobre la enseñanza de la matemática en los EP, las cuales en general se han centrado principalmente en proyecciones hacia la PI, midiendo por ejemplo actitudes, o niveles de auto-eficacia para enseñar (Tapia y Marsh, 2004). Los primeros instrumentos de esta índole los desarrollan Peterson *et al*. (1989) y Ernest (1989), quienes quisieron determinar las creencias sobre el conocimiento pedagógico del contenido matemático de EP, identificando cuatro constructos: construcción propia del conocimiento matemático; facilitación de la instrucción matemática para la construcción del conocimiento matemático; secuenciación de la instrucción en base a ideas matemáticas; habilidades matemáticas enseñadas para la comprensión y la resolución de problemas. Para medir estos constructos, los autores construyeron un instrumento de 48 ítems con escala Likert de 5 niveles. La consistencia interna del instrumento fue de $\alpha = .93$ Además, Ernest (1989) planteó que las creencias sobre la enseñanza de las matemáticas son una de las más relevantes, por lo que creó 9 indicadores con escala Likert de 6 niveles. Su índice de consistencia interna fue de $\alpha = .81$. Una década después, se observa una explosión de investigaciones e instrumentos que tratan de captar este constructo latente sobre la enseñanza de las matemáticas, entre los que destacan: a) Swan (2006), quien construye un instrumento que toma como base los desarrollados por Ernest (1991) y Askew *et al*. (1997); b) Barkatsas y Malone (2005), quienes construyen un instrumento con 21 indicadores, presentando cargas factoriales superiores a .5 en los análisis confirmatorios; c) la OCDE (2008) mediante el proyecto “Teaching and Learning international Survey (TALIS)” investiga las creencias de más 5 millones de profesores en 34 países, siguiendo perspectivas constructivistas y de transmisión mediante una escala Likert de acuerdo en 4 niveles con 8 indicadores. Presentando valores de confiabilidad entre $\alpha = .54$ y $\alpha = .84$ e índices de ajuste parciales CFI, TLI, RMSEA y SRMR entre: .99 y 1, .74 y 1, .01 y .12, y .00 y .03 respectivamente; d) el proyecto TEDS-M mide las creencias de EP de Educación Primaria sobre la enseñanza de la matemática con dos dimensiones: aprendizaje matemático a través de un involucramiento activo y a través de un proceso de enseñanza directa. Usando escalas Likert de 6 niveles, las cuales presentaron niveles de confiabilidad mayores a .5 (Tatto *et al*., 2012).

Dada la variabilidad de instrumentos para medir las creencias y sus focos en proyecciones generales hacia el aula escolar, el efecto potencial que tiene la experiencia sobre la definición de las creencias y la implicancia de ellas en las PI matemática potenciales, esta investigación valida una escala que sitúa a los EP en PI matemáticas específicas con el objeto de identificar sus perfiles de creencias sobre la enseñanza de la matemática condicionados a los modelos de instrucción vivenciados en el itinerario escolar y a la adopción del rol de profesor, como una medida proxy del futuro desempeño de los EP en el aula de matemática.

## 2. MARCO DE ANTECEDENTES

### 2.1. CREENCIAS

En el dominio afectivo se incluyen creencias, valores, actitudes y emociones, las cuales están interrelacionadas. Tanto así, que a menudo es complejo comprenderlas de forma separada (Öçal, 2021). Por tal motivo, establecer una definición exacta de lo que se comprende por creencia es liado. Así, para este estudio se consideran aquellas que discurren una relación entre el sujeto y las experiencias de este. Así, se considera creencia a una, o más de una, idea sobre el mundo o uno mismo que se establece como verdadera y que a veces se fija de manera inconsciente (Borg, 2001).

Las investigaciones sobre creencias han asentado varios hechos sobre ellas, como por ejemplo: a) se formulan a temprana edad (Pajares, 1992), b) son complejas de modificar (Zhang y Morselli, 2016), c) se interrelacionan formando sistemas (Green, 1971), pueden ser anidados (Chen, 2008), d) se forman principalmente por las experiencias de los sujetos (Raymond, 1993), e) son multimensionales (Schommer, 1990) y variadas en un sujeto, pudiendo ser contradictorias (Cooney, 2002), f) afectan las percepciones, interpretaciones, decisiones y conductas de los sujetos (Bandura, 1997).

Respecto de los profesores, Ernest (1989) identificó tres dimensiones que se relacionan en sus sistemas de creencias: 1) naturaleza de la matemática, 2) procesos de aprendizaje de las matemáticas, y 3) características de la enseñanza de las matemáticas. Dimensiones que han mostrado estar fuertemente correlacionadas (Lo, 2021). En relación con las creencias sobre naturaleza de la matemática, preferentemente se plantea que son difíciles, presentando actitudes y disposiciones negativas hacia ella (Öçal, 2021), que se basan en reglas, haciendo referencia a su estructura interna, o bien que cumplen una función instrumental en la sociedad (Ernest, 1989). También se observan creencias referidas a la estabilidad del conocimiento matemático en el tiempo y a la estructura aislada o en red de esta, considerándolas un cuerpo estático de habilidades y hechos desconectados hasta un conjunto de ideas y estrategias conexas para enfrentar situaciones (Berk y Cai, 2019).

Las creencias sobre el aprendizaje tienen relación con el rol que asume un estudiante al abordar situaciones matemáticas y a las características de los que son eficaces (Xie y Cai, 2021). En esta línea, Mcleod (1992) afirma que los estudiantes establecen una creencia sobre si mismos en relación con la matemática, conformando estructuras y sistemas nuevos, como son la autoeficacia, la indefensión aprehendida, la motivación y atribuciones para el éxito o el fracaso.

Por último, las creencias sobre la enseñanza atañen al rol que cumple el profesor y a sus estrategias para que el estudiante aprenda matemática, es decir, con la eficacia de sus decisiones metodológicas (Xie y Cai, 2021). Se han distinguido dos tipos: uno con foco en los aprendices, en el cual se entiende que el aprendizaje de las matemáticas se da en comunidades de aprendizajes y otra, con foco en el contenido, con énfasis en lo conceptual y procedimental (Richardson, 1996). En estos Felbrich y sus colegas (2012) distinguen dos perspectivas, constructivistas y de transmisión, enmarcadas en visiones dinámicas y estáticas de la matemática respectivamente (Köller *et al.*, 2000). En la perspectiva de transmisión, se establece que el conocimiento debe enseñarse de forma directa, centrado en el establecimiento de definiciones, teoremas y algoritmos que los estudiantes deberán usar. La estructura de la clase es rígida y focalizada en el profesor, siendo el estudiante un simple receptor del contenido. Por lo que el éxito en el aprendizaje de las matemáticas pasa principalmente por características del estudiante, es decir, por sus capacidades o habilidades intrínsecas para aprender (Fennema *et al.*, 1990). Por otra parte, la perspectiva constructivista comprende la clase como un proceso de interacción para el desarrollo del conocimiento, donde el estudiante y su experiencia juegan un rol preponderante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Bajo esta perspectiva, el aprendizaje de las matemáticas pasa por las características de las actividades que se proponen, la interacción, y el rol del profesor y los estudiantes.

### 2.2. LAS EXPERIENCIAS EN LA FORMULACIÓN DE CREENCIAS

Tal como lo plantea Athos y Gabarro (1978) las creencias se relacionan fuertemente con las experiencias de los sujetos. Tanto así, que pueden afectar las actitudes y conductas independiente de los procesos cognitivos subyacentes (Albarracin y Wyer, 2000). Al respecto, Green (1971) establece dos tipos de creencias: primarias y secundarias. Las primarias son el resultado directo de las experiencias y las secundarias las construidas a partir de las primarias. Por lo que las creencias sobre el aprendizaje y sobre la naturaleza de la matemática son primarias y cruciales para la formulación de las creencias secundarias sobre la enseñanza de ella, y por ende necesarias de identificar. Raymond (1993) es uno de los primeros en identificar que las creencias primarias de los profesores respecto de las matemáticas se ven afectadas por las experiencias escolares, las cuales llegan a influir en las PI (Kapucu y Yıldırım, 2013). Cuestión importante es que las experiencias no formales y personales de enseñanza, como instruir a compañeros o hacer clases particulares también tienen un efecto en las creencias sobre la enseñanza y por ende en las PI de los EP (Clandinin y Connelly, 1991). Así, las características de trayectoria escolar referidas a experiencias formales e informales de enseñanza son relevantes de estudiar, especialmente en los EP que ingresan a los programas de formación de profesores ya que traen consigo sistemas de creencias que afectaran su proceso de formación inicial (Goodman, 1988).

Los escenarios experienciales repetidos y vivenciados por los EP establecerán representaciones afectivas y cognitivas negativas o positivas, los cuales construirán actitudes, disposiciones, creencias y sistemas reflejados en las prácticas de enseñanza (Lloyd y Howell, 2019). Las experiencias negativas de los EP en su itinerario escolar si bien pueden generar disposiciones y creencias negativas, como estados de ansiedad, niveles de autoeficacia matemática muy bajos, y creencias sobre la enseñanza bajo paradigmas no ligados a las reformas curriculares de las últimas décadas (Malinsky *et al*., 2006) también pueden ser positivas. Existe evidencia que los EP generan representaciones emocionales contrarias a las experimentadas y que cruzan las dimensiones establecidas por Ernest (1989), dado el cuestionamiento al rol del profesor y a sus metodologías (Jenßen *et al*., 2020). En esta línea Jenßen y sus colegas (2020), identifican que las experiencias negativas y positivas se establecen en el sistema de creencias sobre sí mismo, permitiendo conjeturar que ya en el periodo escolar los EP crean creencias sobre la enseñanza, proyectando y modificando su rol de estudiante al de un profesor, iniciando la construcción de su identidad como educador. En particular, se ha logrado identificar que los profesores de educación primaria son los que crean actitudes, motivaciones y disposiciones para aprender matemática en los EP, mientras que los de secundaria son los que establecen el autoconcepto y los niveles de autoeficacia con la matemática (Jenßen *et al*., 2020; Lo, 2021).

## 3. MÉTODO

### 3.1. PARTICIPANTES

El estudio se llevó a cabo en una muestra aleatoria de 328 estudiantes de Educación Primaria de 18 programas de formación de Chile. El 83% de la muestra corresponde a estudiantes mujeres, y el 17% a estudiantes hombres. La edad promedio de los participantes fue de 23 años (SD=4.7 años). Los estudiantes cursaban entre el cuarto y séptimo semestre de sus respectivos programas de formación.

### 3.2. VARIABLES E INSTRUMENTOS

Para elaborar la escala se analizaron las dimensiones e indicadores de los siguientes protocolos de observación de clase:

A. The Mathematical Quality of Instruction (MQI), instrumento desarrollado en el proyecto “Learning Mathematics for Teaching (LMT)” y que tiene como propósito observar la naturaleza de la matemática que se plantea a los estudiantes en cinco dimensiones: i) conexión con la matemática, ii) riqueza de las matemáticas, iii) trabajo con los estudiantes y la matemática; iv) errores e impresiones (del profesor y de los estudiantes), y v) prácticas comunes alineadas a los estudiantes (Boston *et al*., 2015).
B. The Instructional Quality Assessment (IQA) Mathematics Toolkit (Boston y Wolf, 2006). Este instrumento tiene como propósito medir la calidad de la instrucción

matemática usando dos constructos teóricos, el rigor académico, el cual considera la demanda cognitiva que las tareas matemáticas pueden provocar a los estudiantes, y su posible modificación en el trascurso de la clase. El segundo constructo teórico se refiere a la responsabilidad del discurso que se puede plantear en una sala de clases con el objeto de lograr aprendizajes.

C. Reformed Teaching Observation Protocol (RTOP) (Sawada *et al*., 2010). Este instrumento tiene como propósito evaluar si los profesores de ciencias y matemática están alineados a los cambios de paradigmas en la enseñanza. El instrumento observa tres dimensiones: diseño e implementación de clases, conocimiento de proposiciones y procedimental, cultura de clases que se centra en la interacción comunicativa y las relaciones entre profesor y estudiantes.
D. Oregon Mathematics Leadership Institute (OMLI) Classroom Observation Protocol (Weaver *et al*., 2005). Es un instrumento que observa la cantidad y calidad del discurso matemático que transcurre en una clase que provoca a los estudiantes pensar y razonar matemáticamente. Las dimensiones que se observan son las evidencias de pensamiento de los estudiantes y los procedimientos e ideas matemáticas.
E. Uteach teacher observation protocol (UTOP) (Marder y Walkington, 2014). Es un instrumento que permite evaluar la calidad de la instrucción de clase matemática. A diferencia de los instrumentos anteriores, este instrumento permite evaluar la eficacia de la instrucción de los profesores. Las dimensiones que observa el instrumento son: ambiente de la clase; estructura de la clase; implementación de la clase; y contenido matemático que se aborda en la clase.

El análisis se desarrolló en base a la Teoría Fundamentada (Teppo, 2015). Específicamente se desarrollaron los siguientes pasos: codificación axial y selectiva (Vollsted, 2015); aplicadas de manera paralela y recursiva a los indicadores de observación de todas las pautas. La codificación axial permitió encontrar relaciones entre los indicadores de las diferentes pautas, estableciendo categorías entre ellas. Por ejemplo, los siguientes indicadores: (RTOP) La lección involucra conceptos fundamentales; (RTOP) La lección promueve fuertemente la coherencia conceptual; (IQA) La tarea permite que los alumnos exploren y comprendan la naturaleza de las matemáticas; (IQA) La tarea requiere que los estudiantes comprendan por qué las fórmulas o procedimientos funcionan; (OMLI) La lección provee oportunidades a los estudiantes de discutir conceptos matemáticos importantes; se relacionaron en una categoría: la lección y las tareas matemáticas deben promover la comprensión de las matemáticas, así como de los conceptos, procedimientos, algoritmos e ideas matemáticas relevantes. Luego al aplicar la etapa de codificación selectiva, se relacionaron las categorías en dimensiones de creencias sobre PI, creando las siguientes dimensiones: a) creencias sobre PI relativas a la generación de oportunidades para razonar matemáticamente mediante el diseño y aplicación de tareas matemáticas, b) creencias sobre PI relativas a la generación de interacciones para promover el razonamiento matemático, c) creencias sobre PI relativas a la observación, consideración de acciones, conductas y respuestas de los estudiantes. La primera dimensión, se desagregó en 10 indicadores, la segunda en 21 y la tercera en 12 midiendo el constructo latente mediante una escala Likert de 4 niveles de frecuencia, 1 para nunca, 2 para rara vez, 3 para casi siempre, y 4 para siempre. Para cada conjunto de indicadores se presentó a los EP una introducción que, en conjunto al indicador, los situaba en un pequeño escenario de aula (Schoenberg y Ravdal, 2000).

También se obtuvo información sobre los paradigmas de instrucción matemática (transmisión y/o constructivista) vivenciados en el itinerario escolar de Educación Primaria y Secundaria de los EP. Para esto, se usaron dos descripciones de clase (ver Figura 1), focalizadas en paradigmas constructivistas y de transmisión para la enseñanza de las matemáticas.

| **A continuación se presentan dos formas sobre cómo se podría enseñar matemáticas en la escuela. ¿Cuál de estas se relaciona con la forma de enseñar de tus profesores en tu periodo escolar?** |
|---|
| **Forma 1.** El conocimiento matemático se debe enseñar de forma directa, centrado en el establecimiento de definiciones, teoremas y algoritmos que los estudiantes deben usar. La estructura de la clase debe ser disciplinada y focalizada en el profesor, siendo el estudiante un ávido receptor del conocimiento. Además, el éxito en el aprendizaje de las matemáticas pasa principalmente por características del estudiante, es decir, por sus capacidades o habilidades intrínsecas para aprender, en este caso, matemáticas. |
| **Forma 2.** La enseñanza del conocimiento matemático comprende una clase con interacciones entre estudiantes y el profesor para el desarrollo del conocimiento, donde el estudiante y su experiencia juegan un rol preponderante. La estructura de la clase no necesariamente debe ser disciplinada, lo importante es el logro de aprendizajes y habilidades por parte de los estudiantes. De esta forma, el aprendizaje de las matemáticas pasa por las características de las actividades que se proponen, la interacción y el rol que juegan en la clase el profesor y los estudiantes. |

*Figura 1.* Descripciones usadas para determinar paradigmas de instrucción matemática vivenciados.

Por último, se obtuvo información sobre la experiencia de los EP en la enseñanza de algún contenido matemático preguntando a los estudiantes si habían desarrollado clases de matemática de manera formal en instituciones escolares o informal como clases particulares o a compañeros.

### 3.3. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

La escala se aplicó a los EP en horario de clases por el ayudante de investigación y el investigador principal el segundo semestre del año 2018. Tuvo un carácter anónimo, y se completó en un tiempo promedio de 19 minutos (SD=6.3 minutos) con la presencia del profesor de la asignatura. Antes de aplicar la escala se obtuvo el consentimiento de los estudiantes, del profesor y del jefe del programa de formación.

Cada una de las escalas fueron codificadas por dos correctores. Todas las dudas y discrepancias fueron revisadas por el investigador principal. El índice Kappa se calculó con el 100% de los datos, los cuales variaron entre .91 y 1 con un promedio de .94 (SD=0.06).

### 3.4. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Para la validez de la escala, primero se llevó a cabo un análisis de contenido por 13 académicos formadores de profesores de 7 programas de formación de profesores en

Chile a los 43 ítems, los cuales fueron evaluados en cuanto a la relación y pertinencia con las categorías y dimensiones definidas. Los académicos tenían en promedio 11 años de experiencia (SD=2.7 años). Para determinar la validez del contenido, se usaron el coeficiente V de Aiken (1980), el índice de validez de contenido de Lawshe (1975) y el coeficiente de validez de Hernández-Nieto (2003).

En una segunda etapa, se realiza un análisis factorial exploratorio (AFE), el cual permite contrastar los factores latentes con los teóricos que agrupan los ítems. Así, cada uno de los tópicos da cuenta de un factor latente, explicado por la relación (varianza explicada) entre los indicadores que lo miden. Si la varianza compartida es baja, menor a 0.4, o compartida con otro conjunto de ítems, se procede a tomar la decisión de eliminar el ítem. Para realizar el AFE, se consideran los 43 ítems con la forma de extracción “ML (Máxima Probabilidad)” y rotación “VARIMAX” y luego con la forma de extracción “PA (Ejes principales)” y rotación “Promax”, con el objeto de determinar posibles relaciones más débiles. Dado que las variables son ordinales se usó la matriz de correlación policórica. Para todas estas extracciones de factores se usó la función “fa” del paquete “psych” de R.

En la tercera etapa, se realiza un análisis factorial confirmatorio (AFC) a la estructura latente identificada y ratificada teóricamente en la etapa anterior. Esto permitirá determinar la correlación o covarianza compartida entre los ítems en cada una de las dimensiones que los agrupa, a saber, las áreas del currículo escolar de matemática. Así, el AFC en comparación con el AFE separa la varianza de cada ítem en la parte de la varianza explicada por el factor y la parte que no explica, para posteriormente diferenciar ambas variables y calcular sus coeficientes y varianzas por separado. De este modo, una vez identificado el error, se trabaja sólo con la parte de la puntuación del indicador que representa lo que se mide, es decir, creencias sobre PI. Los índices estadísticos empleados para determinar el ajuste de los modelos AFE y AFC son el absoluto $c^2$, el índice relativo Tucker-Lewis (TLI) y el índice comparativo de ajuste (CFI). Por último, se estimará el error cuadrático medio de aproximación (RMSEA). Para el ajuste de los modelos, se han considerado como aceptables valores TLI y CFI mayores a .9, y valores mayores a .95 se han considerado como buenos. Por último, para RMSEA, se han considerado valores menores a .05 como buen ajuste, y entre .05 y .08 como un ajuste regular (Lloret-Segura *et al.*, 2014). En la cuarta etapa, se determina la consistencia interna de la escala y sub-escalas identificadas. Considerando los supuestos de simetría, tau-equivalencia y la falta de relación con la estructura interna del test que ha presentado el coeficiente alpha de Cronbach para medir la consistencia interna de escalas de tipo ordinal, se decidió usar el coeficiente alfa ordinal, considerando las cargas factoriales de los ítems, el coeficiente theta ordinal, dado los mayores autovalores de la matriz de correlaciones policóricas y el coeficiente Omega (McDonald, 2013). En una quinta etapa y habiendo comprobado la unidimensionalidad e independencia local de cada uno de los factores que componen la escala de creencias se llevó a cabo un análisis de calibración en cada uno de los factores, usando el modelo Respuesta Gradual de Samejima (1969) bajo la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). Este modelo se caracteriza por determinar la probabilidad de que un sujeto con cierta habilidad marque una categoría $\beta_i$ o una superior versus que marque una categoría inferior $\beta_{i-1}$. Las estimaciones se hicieron usando la función “grm” del paquete “ltm” de R (Rizopoulos, 2006).

En una sexta etapa se realiza un análisis de clases latentes (ACL) a la escala de creencias, estableciendo perfiles al calcular la probabilidad de cada EP de pertenecer a cada una de ellas. Posteriormente se estableció la relación condicionada entre los perfiles y el tipo de formación escolar vivenciado y la experiencia de haber adoptado el rol de profesor. Para esto calcula el test Chi cuadrado y de Fisher cuando los supuestos de cardinalidad por celda no se observan entre las variables cualitativas. Además, se calcula el índice de V de Cramer para ver el tamaño de la asociación (Fleiss *et al*., 2013). Todos los análisis se llevaron a cabo con paquetes del software R.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La media de las respuestas a los indicadores de creencias varió entre 1.23 (DS=0.46) y 3.88 (DS=0.32). La simetría de los indicadores varió entre -2.6 y 1.8, con media -0,6 (DS=0.92) lo que muestra una asimetría hacia los niveles altos de la escala Likert. Por otra parte, la curtosis de los ítems varió entre -0.86 y 8.07, con media 0.58 (DS=1.64) lo que evidencia que las respuestas a los indicadores se concentran en sus valores medios, lo que sumado a la asimetría presentada demuestra la alta tasa de acuerdo que tienen los EP con cada uno de los indicadores.

En relación con los tipos de formación vivenciados por los EP, se observa en promedio una percepción ligada a una visión constructivista tanto en Educación Primaria como en Secundaria. En cuanto a la experiencia de adoptar el rol de profesor para enseñar algún contenido de matemática, los estudiantes plantean en promedio tener dicha experiencia (ver Tabla 1).

*Tabla 1.* Estadísticos descriptivos de los indicadores sobre formación escolar y experiencia docente[1]

| | mean (sd) | skew | kurtosis |
|---|---|---|---|
| Tipo de Formación en Educación Básica | 1.31 (0.49) | 1.33 | 1.96 |
| Tipo de Formación en Educación Media | 1.35 (0.48) | 0.63 | -1.61 |
| Experiencia Enseñando Matemática | 1.58 (0.49) | -0.34 | -1.89 |

### 4.2. VALIDEZ DE CONTENIDO

El coeficiente V de Lawshe varió entre .33 y 1, con media .71 (SD=.29) entre los indicadores, el índice de validez de Aiken varió entre .66 y 1, con media .83 (SD=.1), y por último el coeficiente de validez de Hernández-Nieto varió entre .66 y 1. Dado los parámetros de aceptación, se dejaron todos los indicadores de las tres subescalas de creencias.

[1] El tipo de formación en Educación Primaria y Secundaria se codificó con 1 a la forma de transmisión y 2 a la forma constructivista. La experiencia enseñando matemática se codificó con 1 a los sujetos sin experiencia, y con 2 a los con experiencia.

### 4.3. VALIDEZ DE CONSTRUCTO: ANÁLISIS FACTORIAL, CONFIRMATORIO

La muestra y sus características permiten realizar análisis factorial exploratorio y confirmatorio dado el valor de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adecuación muestral que fue de .76, y los valores de la prueba de esfericidad de Bartlett significativos al 99%, con $\chi^2$ (903, $n$ = 328) = 2555.43, $p < .001$.

Para realizar los análisis, se dividió la muestra original ($n$ = 328) en dos submuestras extraídas de forma aleatoria ($n_1$ = 164 y $n_2$ = 164). La primera de ellas se utilizó para realizar el análisis exploratorio y la segunda se utilizó como muestra de validación en el análisis confirmatorio. Para los análisis basados en la Teoría de Respuesta a los Ítems, se usa toda la muestra en cada una de las sub-dimensiones resultantes.

El número de factores a retener en el AFE fue determinado considerando: la regla de Kaiser-Gutman, el *scree-test* de Cattell y el análisis paralelo. La regla de Kaiser-Guttman (valores propios superiores a 1.00) sugirió la retención de 9 factores, y la misma sugerencia se deriva del examen del *scree-test*. Sin embargo, el último factor solo explicó un 2% de la varianza y su valor propio fue mayor a 1 por solo 0,02 unidades, por lo que se descartó, reafirmando el hecho que estos métodos suelen sobre-factorizar (Timmerman y Lorenzo-Seva, 2011). Por lo anterior, se llevó a cabo un análisis paralelo optimizado el cual recomendó la retención de 7 factores. Si bien el modelo de 7 factores presentó buenos índices de ajustes, tanto absolutos ($\chi^2$ (203, $n$ = 164) = 183.93, $p < .83$), como relativos (*TLI* = .98; *RMSEA* = .01), varios indicadores presentaron cargas inferiores a .4 y de forma cruzada, por lo que se procedió a eliminar, quedando 25 indicadores. Con estos indicadores se realizó nuevamente un análisis paralelo optimizado, reteniendo 5 factores los cuales presentaron índices de ajustes aceptables tanto absolutos ($\chi^2$ (191, $n$ = 164) = 238.14, $p <$ .26), como relativos (*TLI* = 0.98; *RMSEA* = .02).

*Tabla 2.* Ajustes absolutos y relativos para ambos modelos de extracción y rotación

| Modelo (Función/Extracción) | $\chi^2$ (*DS*) (*p - value*) | CFI | TLI | RMSEA | SRMR |
|---|---|---|---|---|---|
| Logit_ML | 133.66 (125) (.28) | .98 | .98 | .02 | .04 |
| Logit_WLS | 332.43 (125) (0) | .88 | .85 | .07 | .1 |
| Logit_DWLS | 77.63 (125) (.99) | 1 | 1 | 0 | .04 |
| Probit_ML | 111.286 (125) (.42) | .99 | .99 | .01 | .05 |
| Probit_WLS | 231.89 (125) (0) | .89 | .86 | .07 | .11 |
| Probit_DWLS | 70.53 (125) (.99) | 1 | 1 | 0 | .04 |

*Nota*. CFI=Comparative Fit Index; TLI=Tucker–Lewis Index; RMSEA=Root Mean Square Error of Approximation; SRMSR=Standardized Root Mean Square Residual.

Con la separación de las dimensiones en los cinco factores, se procedió a realizar el Análisis Confirmatorio con la segunda muestra (N=164). Para esto se procedió a usar tres modelos de extracción: Maximum Likelihood (ML); Weighted Least Squares (WLS); Diagonally Weighted Least Squares (DWLS), usando las funciones de enlace "probit" y "Logit" dado que las variables son de carácter ordinal. Al observar los índices de ajuste en la Tabla 2 se tiene que el modelo presenta buenos ajustes absolutos como relativos en todas las formas de determinación, independiente del modelo de extracción y las funciones de enlace seleccionada. La Tabla 3 muestra las cargas factoriales de indicadores de creencias del AFE y AFC.

*Tabla 3.* Cargas factoriales para el AFE con rotación Varimax y modelo de estimación Máxima Verosimilitud, más cargas factoriales del AFC con función de enlace "probit" y modelo estimación de Máxima Verosimilitud

| Creencias sobre PI | Indicador | F1 | F 2 | F3 | F4 | F5 | $\lambda$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tarea Matemática<br>Cuando yo haga matemática en una escuela… | 1. aunque diseñe muy bien las tareas matemáticas, siempre tendré que intervenir para que los estudiantes comprendan los conceptos o procedimientos matemáticos que ellas aborden. | .65 | | | | | .66*** |
| | 2. aunque las tareas matemáticas que yo diseñe estimularán a mis estudiantes a explorar conceptos y procedimientos, yo siempre tendré que intervenir. | .71 | | | | | .71*** |
| | 3. aunque mis tareas matemáticas promuevan que los estudiantes usen por sí solo el lenguaje matemático, yo los orientaré para que lo hagan. | .63 | | | | | .63*** |
| | 4. gracias a las tareas matemáticas que yo diseñe e implemente, mis estudiantes podrán por sí solos explorar conceptos y procedimientos sin la necesidad que yo intervenga. | | .43 | | | | .61*** |
| | 5. las tareas que proponga provocarán por sí sola a los estudiantes a buscar múltiples soluciones, sin la necesidad que yo intervenga. | | .96 | | | | .73*** |
| | 6. las tareas que proponga provocarán por sí sola a los estudiantes para que planteen conjeturas o hipótesis matemáticas. | | .40 | | | | .55*** |

| Creencias sobre PI | Indicador | F1 | F 2 | F3 | F4 | F5 | λ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Interacción<br>Cuando yo haga matemática en una escuela… | 7. orientaré a mis estudiantes para que puedan justificar y explicar a sus compañeros por qué sus estrategias funcionan. | | | .67 | | | .73*** |
| | 8. orientaré a los estudiantes para que discutan sobre los conceptos matemáticos que aborda cada tarea matemática. | | | .62 | | | .66*** |
| | 9. en todo momento, haré que mis estudiantes reflexionen y piensen críticamente sobre lo que están aprendiendo. | | | .63 | | | .57*** |
| | 10. cuando mis estudiantes no sean capaces de comprender las evidencias de pensamiento de sus compañeros, les haré preguntas para orientarlos. | | | .53 | | | .54*** |
| | 11. mis estudiantes por sí solos usaran evidencias, registros, diagramas o representaciones matemáticas para establecer generalizaciones, estrategias, relaciones o procedimientos matemáticos. | | | | .53 | | .58*** |
| | 12. mis estudiantes podrán por sí solos hacer conexiones entre conceptos, procedimientos, representaciones o estrategias. | | | | .78 | | .81*** |
| | 13. mis estudiantes podrán por sí solos establecer patrones o generalizaciones. | | | | .80 | | .77*** |
| | 14. mis estudiantes podrán, de forma autónoma, discutir los conceptos matemáticos que trata una tarea. | | | | .56 | | .60*** |
| Producciones<br>Cuando haga clases y vea o escuche las producciones de mis estudiantes | 15. si es necesario, incorporaré las producciones matemáticas de mis estudiantes a la clase. | | | | | .47 | .51** |
| | 16. si no comprendo las producciones de mis estudiantes, les preguntaré para saber sus ideas matemáticas. | | | | | .50 | .50** |
| | 17. siempre conectaré entre sí los procedimientos, representaciones, estrategias, explicaciones y argumentos propuestos por los estudiantes. | | | | | .67 | .68** |
| | 18. tomaré los errores y dificultades que muestran mis estudiantes y los usaré para enseñar lo que se relacione a estos y al objetivo de la clase. | | | | | .60 | .64** |

*Nota:* *p < .05 **p < .01 ***p < .001. F1, F2, F3, F4 y F5 = Cargas factoriales determinados con Análisis Factorial Exploratorio; λ = Cargas factoriales determinadas con Análisis Factorial Confirmatorio.

### 4.4. FIABILIDAD Y CONSISTENCIA INTERNA

La Tabla 4 muestra que todos los valores de los índices de confiabilidad son superiores .67, confirmando la fiabilidad de cada uno de los factores como también de la escala completa.

*Tabla 4.* Coeficientes de fiabilidad alpha ordinal, theta ordinal y omega para cada factor y para la escala completa

| Factor | $\alpha_{ORD}$ | $\theta_{ORD}$ | $\omega$ |
|---|---|---|---|
| 1 | .70 | .76 | .70 |
| 2 | .69 | .72 | .68 |
| 3 | .73 | .74 | .72 |
| 4 | .80 | .74 | .79 |
| 5 | .68 | .73 | .67 |
| $\alpha_{ORD}(EC)$ | | .93 | |
| $\theta_{ORD}(EC)$ | | .78 | |
| ω ($EC$) | | .93 | |

*Nota:* $\alpha_{ORD}$ = Coeficiente Alpha ordinal; $\theta_{ORD}$ = Coeficiente Theta ordinal; $\omega$ = Coeficiente Omega; $\alpha_{ORD}(EC)$ = Coeficiente Alpha ordinal; $\theta_{ORD}(EC)$ = Coeficiente Theta ordinal; ω ($EC$) = Coeficiente Omega.

### 4.5. CALIBRACIÓN

El análisis de calibración muestra que los parámetros "$\alpha$" están entre 1.33 y 3.43, con media M=2.08 (SD=0.61), y sus errores estándar van entre 0.21 y 1.19, con media M=0.44 (SD=0.23), por lo que los indicadores de creencia discriminan muy bien, según los parámetros de Baker (2001). Los umbrales $\beta_3$ van desde -8.25 hasta -3.76, con media M=-6.63 (SD=1.13), y sus errores estándar van entre 0.42 y 2.06, con media M=1.04 (SD=0.38). Los umbrales $\beta_2$ van desde -6.74 hasta -0.6, con media M=-4.05 (SD=1.7), y sus errores estándar van entre 0.36 y 2.05, con media M=1.03 (SD=0.39). Los umbrales $\beta_1$ van desde -3.03 hasta 2.61, con media M=-0.11 (SD=1.88), y sus errores estándar van entre 0.57 y 1.32, con media M=0.93 (SD=0.24). De lo anterior, todos los umbrales respetan el supuesto de orden, y muestran que las respuestas de los estudiantes están cargadas a los niveles Likert más altos en cada uno de los indicadores tal como lo evidenciaban los índices de forma. Por otra parte, la información de los ítems se situó entre 3.5 y 9.6, con media 5.3 (SD=1.8), con un total de 94.3.

*Tabla 5.* Parámetros del modelo GRM

| | | | | | GRM | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factor | Indicador | | $\beta_1$ (*S.E*) | $\beta_2$ (*S.E*) | $\beta_3$ (*S.E*) | $\alpha$ (S.E) | | INF |
| 1 | 1 | | -7.367 (1.306) | -3.319 (1.296) | 0.199 (1.231) | 1.869 (0.368) | | 5.1 |
| | 2 | | -6.849 (1.124) | -1.885 (1.096) | 1.908 (0.838) | 2.328 (0.505) | | 6.4 |
| | 3 | | -6.208 (0.899) | -2.971 (0.887) | -0.138 (0.846) | 1.678 (0.301) | | 4.3 |
| 2 | 4 | | -3.763 (0.416) | -0.600 (0.357) | 2.608 (1.293) | 1.333 (0.256) | | 3.5 |
| | 5 | | -6.892 (2.062) | -2.911 (2.046) | 2.119 (0.911) | 2.993 (1.186) | | 8.5 |
| | 6 | | -6.312 (1.082) | -2.777 (1.065) | 0.966 (1.009) | 1.329 (0.286) | | 3.6 |
| 3 | 7 | | -8.152 (1.328) | -6.455 (1.328) | -2.159 (1.315) | 2.515 (0.537) | | 6.1 |
| | 8 | | -6.644 (0.882) | -4.811 (0.880) | -1.730 (0.866) | 2.018 (0.377) | | 4.7 |
| | 9 | | -6.733 (1.065) | -5.338 (1.063) | -1.805 (1.050) | 1.562 (0.306) | | 3.6 |
| | 10 | | -6.103 (0.774) | -5.211 (0.773) | -2.220 (0.761) | 1.933 (0.384) | | 4.0 |
| 4 | 11 | | -5.645 (0.651) | -2.478 (0.636) | 1.565 (0.613) | 1.582 (0.226) | | 4.3 |
| | 12 | | -8.253 (1.452) | -4.938 (1.451) | 2.005 (0.699) | 3.427 (0.770) | | 9.6 |
| | 13 | | -7.783 (1.088) | -4.126 (1.085) | 1.929 (0.823) | 2.678 (0.455) | | 7.6 |
| | 14 | | -5.375 (0.625) | -2.809 (0.613) | 0.715 (0.571) | 1.380 (0.212) | | 3.5 |
| 5 | 15 | | -5.457 (0.619) | -3.975 (0.614) | -0.795 (0.585) | 1.600 (0.274) | | 3.6 |
| | 16 | | -7.786 (1.289 | -6.211 (1.288) | -3.027 (1.283) | 2.145 (0.456) | | 4.9 |
| | 17 | | -7.414 (1.137 | -6.738 (1.137) | -1.856 (1.115) | 2.612 (0.525) | | 5.7 |
| | 18 | | -6.550 (0.894 | -5.334 (0.893) | -2.193 (0.880) | 2.446 (0.465) | | 5.3 |

*Nota:* $\beta_1$ = Umbral de la habilidad latente entre la categoría respuesta nunca y rara vez; $\beta_2$ = Umbral de la habilidad latente entre la categoría respuesta rara vez y casi siempre; $\beta$ = Umbral de la habilidad latente entre la categoría respuesta casi siempre y siempre; $\alpha$ = discriminación del ítem; INF=Valor de la función de información.

En cada uno de los factores, ninguno de los residuos de las combinaciones posibles entre los ítems excedió los umbrales. Por otra parte, al comparar con el modelo con el índice de discriminación contraído en cada uno de los factores usando el Test de Razón de Verosimilitud, se tiene que éste no ajustó mejor que el presentado en ninguno de los factores de la escala de creencias sobre PI (*F*1: $\chi^2$ (2) = 98.4, $p$ = .02; *F*2: $\chi^2$ (2) = 100.3, $p$ < .01; *F*3: $\chi^2$ (3) = 89.1, $p$ < .01; *F*4: $\chi^2$ (3) = 18.54, $p$ < .01; *F*5: $\chi^2$ (3) = 45.32, $p$ < .01).

### 4.6. PERFILES DE CREENCIAS Y PI MATEMÁTICA

#### *4.6.1. Perfil de creencias sobre PI matemática*

Del ACL a los indicadores de creencias, el modelo con dos clases obtiene los mejores ajustes (BIC = 7610.84; aBIC = 7265.29; AIC = 7226.13; cAIC = 7719.84; $G^2$ = 4232.39; $\chi^2$ = 16221; Entropy = 0.83). La probabilidad de pertenecer a la clase 1 es igual a 73.4% y la de pertenecer a la segunda de 26.5%.

La clase 1, nominalizada como "*Alumno autónomo para explorar, pero no para comprender"*, la componen EP que, con relación a las PI sobre tareas matemáticas (TM), tienen probabilidades mayores al 50% de manifestar que *siempre* deberán intervenir para que los alumnos comprendan los conceptos o procedimientos matemáticos, a través del uso de lenguaje matemático. En las interacciones, los integrantes de esta clase presentan probabilidades mayores al 85% de manifestar que *siempre* deberán orientar a sus alumnos para que puedan justificar y explicar a sus compañeros porqué sus estrategias funcionan, aunque puedan por sí solos los estudiantes escolares establecer patrones o generalizaciones, y discutir en torno a los conceptos matemáticos que aborda la TM. Por último, los EP de esta clase presentan probabilidades superiores al 75% de disponer *siempre* todas las contribuciones de sus alumnos e incorporarlas a su clase, preguntando solo en caso de que no comprendan, para conectarlas y alinearlas al objetivo de la clase.

Los EP evidencian incerteza en la disposición de algunas PI, en particular aquellas referidas a la dimensión de TM, donde plantean con probabilidad mayor al 50% que *casi siempre* o *rara vez* sus TM permitirán a los estudiantes por sí solos explorar conceptos, procedimientos, buscar múltiples soluciones y plantear conjeturas o hipótesis. En las interacciones, los EP de esta clase presentan incerteza al presentar probabilidades mayores al 50% de disponer *casi siempre* o *rara vez* PI donde hagan reflexionar y pensar críticamente a los estudiantes sobre lo que aprenden, o bien orientarlos con preguntas para comprender las evidencias del pensamiento matemático de los compañeros de clase. En la misma dimensión, también se observa inseguridad en desplegar PI para dar oportunidades a los alumnos de usar evidencias, representaciones o diagramas y con ello establecer generalizaciones, estrategias, relaciones, procedimientos matemáticos, conexiones entre conceptos, procedimientos o representaciones de forma autónoma.

Por otra parte, los EP que pertenecen a la clase 2, nominalizada "*Profesor responsable de la autonomía del estudiante"*, presentan alto grado de incerteza en todas sus disposiciones de PI. Esta clase la componen EP que, en relación con las PI sobre TM, se diferencian de la primera clase al presentar probabilidades superiores al 50% de disponer *rara vez* o *nunca* la autonomía de los estudiantes para explorar conceptos y procedimientos a través del diseño de TM. Esto se confirma al observar que los indicadores de PI sobre TM donde el profesor es el responsable, presentan probabilidades mayores al 75% de ser desplegadas en sus futuras clases de matemática. En relación con las PI sobre interacciones, los EP de esta clase se diferencian de la primera, al presentar probabilidades mayores al 50% de disponer *casi siempre* y menores al 50% de disponer *siempre,* la autonomía de los estudiantes para establecer generalizaciones, patrones y discusiones sobre conceptos y procedimientos matemáticos. Por último, con relación al uso de las contribuciones de los estudiantes escolares, los EP de esta clase se diferencian de la primera, al presentar altos índices de incertidumbre en tres de las cuatro PI de la dimensión, específicamente aquellas que conectan entre los procedimientos, representaciones, estrategias, explicaciones y argumentos. Esto se demuestra al presentar probabilidades mayores al 50% para disponer la categoría *casi siempre* de respuesta.

#### *4.6.2. Asociación entre los perfiles de creencias sobre PI, los modelos de enseñanza vivenciado en el itinerario escolar y la adopción del rol de profesor*

La Tabla 6 muestra dieciseises grupos de EP, establecidos por el cruce de los dos perfiles de creencias, los tipos de formación escolar vivenciados en educación primaria y secundaria, y por la experiencia de adoptar el rol de profesor auto-reportado. Del análisis de asociación se tiene que los perfiles de creencias sobre PI se relacionan significativamente con la experiencia de haber adoptado el rol de profesor ($\chi^2$ (1, $n$ = 328) = 10.57, $p$ < .001, $\Phi_{Cramer}$ = 0.19), y con el modelo de enseñanza constructivista vivenciado en educación secundaria ($\chi^2$ (1, $n$ = 328) = 3.13, $p$ < .08, $\Phi_{Cramer}$ = 0.11).

*Tabla 6.* Frecuencia absoluta de PST con perfiles de creencias, PI desplegadas al diseñar MT, tipos de formación vivenciados en el periodo escolar y experiencias enseñando matemática

| | | | | Adoptar el rol de profesor | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Sí | No |
| **Clases Latentes en las creencias sobre PI Matemática** | *Alumno autónomo para explorar, pero no para comprender.* | FECP | FECS | 16 | 12 |
| | | | FENCS | 20 | 10 |
| | | FENCP | FECS | 41 | 22 |
| | | | FENCS | 59 | 50 |
| | *Profesor responsable de la autonomía del estudiante.* | FECP | FECS | 8 | 4 |
| | | | FENCS | 14 | 4 |
| | | FENCP | FECS | 13 | 3 |
| | | | FENCS | 42 | 10 |

*Nota:* FECP= Formación Escolar Constructivista en Primaria; FENCP= Formación Escolar No Constructivista en Primaria; FECS= Formación Escolar Constructivista en Secundaria; FENCS= Formación Escolar No Constructivista en Secundaria.

Por último, también se observa asociación entre los perfiles de creencias sobre PI y la experiencia de haber adoptado el rol de profesor, condicionado a los modelos de enseñanza vivenciados en primaria y secundaria. Específicamente haber vivenciado modelos de enseñanza constructivistas en primaria y secundaria para el perfil del alumno autónomo y no constructivista en primaria y secundaria para el perfil profesor responsable ($\chi^2$ (1, $n$ = 80) = 3.97, $p$ < .05, $\Phi_{Cramer}$ = 0.25), siendo significativas y positivas las diferencias para el perfil de estudiante autónomo ($\chi^2$ (1, $n$ = 109) = 9.57, $p$ < .00). O bien, no haber vivenciado modelos constructivistas de enseñanza en primaria y secundaria para cualquiera de los perfiles de creencias ($\chi^2$ (1, $n$ = 161) = 9.57, $p$ < .00, $\Phi_{Cramer}$ = 0.26), siendo significativas y positivas las diferencias entre las proporciones de EP que reportan haber adoptado el rol de profesor para el perfil de profesor responsable en comparación a los que no ($\chi^2$ (1, $n$ = 109) = 9.57, $p$ < .00).

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Dados los índices de fiabilidad, confiabilidad y calibración se puede afirmar que el instrumento puede ser usado con total confianza en la formación inicial de profesores, más aun considerando que los análisis llevados a cabo para su validez tienen mejores aproximaciones a escalas de tipo ordinal, que los de otras investigaciones, donde se ha omitido el hecho que las escalas usadas sean de tipo politómica (Askew *et al*., 1997; Barkatsas y Malone, 2005; Ernest,1989, 1991; McLeod, 1992; OCDE, 2014; Peterson *et al*., 1989; Tapia y Marsh, 2004; Tatto *et al*., 2012; Swan, 2006).

La primera dimensión, creencias sobre PI relativas a la generación de oportunidades para razonar matemáticamente mediante el diseño y aplicación de TM, se divide en dos factores, el primero se compone de 3 indicadores que explican el 11% de la varianza y se relaciona con creencias que consideran necesaria la intervención del profesor para generar oportunidades de razonamiento matemático, en cambio el segundo factor se compone por 3 indicadores que explican el 9% de la varianza, que se refieren a diseñar TM del tipo a-didáctica. La segunda dimensión, creencias sobre PI relativas a la generación de interacciones para promover el razonamiento matemático, se divide en dos factores, el primero se compone de 4 indicadores que explican el 9% de la varianza y se focalizan en creencias donde es necesario la presencia del profesor para provocar la comprensión de lo que se piensa, explica o dicen los estudiantes. En cambio, el segundo factor, que se compone de 4 indicadores y que explica el 8% de la varianza, se relaciona con creencias sobre PI donde no se necesita la presencia del profesor para provocar interacciones, y se centra en las habilidades de los estudiantes para establecer generalizaciones, determinar patrones, usar representaciones o diagramas, y discutir sobre conceptos matemáticos por sí solos. Por último, la tercera dimensión, creencias sobre PI relativas a la observación, consideración de acciones, conductas y respuestas de los estudiantes queda con 4 indicadores en un solo factor explicando un 8% de la varianza, que abordan los usos y conexiones que los profesores hacen con las producciones de sus estudiantes, planteando preguntas para comprender y acceder a ellas.

Respecto de los perfiles de creencia observados se confirma el hecho de que los EP ya tienen disposiciones de PI antes de ejercer (Albarracin y Wyer, 2000; Lo, 2021) y aunque se identifican dos perfiles, hay indicadores de creencias que ambos grupos de EP comparten en las tres dimensiones de creencias del instrumento, por lo que los perfiles no son absolutos (Schommer, 1990). Esto permite afirmar que, aunque los EP tengan perfiles de creencias predominante, estos podrían presentar sistemas de creencias periféricos que complementan sus sistemas de creencias centrales (Cooney, 2002; Xie y Cai, 2021). La cuestión sería establecer cuándo y en qué condiciones alguno de los sistemas se activa en la toma de decisiones de enseñanza (Fennema *et al*., 1990; Köller *et al*., 2000). Por ejemplo, ambos perfiles de creencias son semejantes al asegurar que es el profesor quién deberá intervenir para validar o institucionalizar los conceptos subyacentes de las tareas, creencia que es periférica al primer perfil y central al segundo, al tomar la decisión de diseñar e implementar tareas matemáticas en el aula escolar. Esto releva la importancia de conocer los perfiles de creencias de los EP sobre la enseñanza y aprendizaje de la matemática dado al potencial impacto en la diversidad de PI implementadas por un EP al ejercer.

Otro aspecto importante de relevar es que el segundo perfil de creencias muestra indicadores, en las tres dimensiones de la escala, con altas probabilidades de marcar "rara vez" o "casi siempre", lo que refleja por una parte la falta de predominancia del indicador en su sistema de creencia, y también un posible nivel potencial de reflexión del EP al proyectar los indicadores como posibles prácticas de enseñanza en su aula de matemática. Esto proyectaría los niveles de autoeficacia para la enseñanza de los EP en cada uno de los indicadores de la escala de creencia (Malinsky *et al*., 2006). Lo que conlleva a considerar la escala de creencia también como un predictor de éxito de las prácticas de enseñanza subyacentes en cada uno de los indicadores.

Respecto de la relación entre los perfiles de creencias, la adopción del rol de profesor y la experiencia de haber vivenciado modelos de enseñanza, confirma que las creencias sobre la enseñanza de las matemáticas comienzan a formarse en el itinerario escolar desde el rol de estudiante (Athos y Gabarro, 1978; Ernest, 1989; Jenßen *et al*., 2020; Raymond, 1993). Y que un itinerario escolar bajo un determinado paradigma de enseñanza influye directamente en el modelo de enseñanza que construye un EP (Malinsky *et al*., 2006), quien proyecta y caracteriza un "rol esperado del docente" por lo experimentado con sus profesores o por el cuestionamiento a sus metodologías de enseñanza con foco específico en la disciplina.

Por ejemplo, que los perfiles de creencias se relacionen con los modelos de enseñanza constructivista vivenciados en educación secundaria, mostraría que además de afectar los niveles de autoeficacia y auto-concepto para las matemáticas (Jenßen *et al*., 2020; Lo, 2021), los modelos de enseñanza de los profesores de secundaria también afectan a los perfiles de creencias sobre PI de aquellos estudiantes que pretenden entrar a algún programa de FID. Cuestión relevante en los procesos de selección de candidatos para la FID implementados en los sistemas de aseguramiento de la calidad de la educación en el mundo (Rowe y Skourdoumbis, 2017), por ser una característica distintiva de los sistemas educativos exitosos (Martínez *et al*., 2019). Por otra parte, este resultado implicaría a los procesos de formación inicial y continua de profesores de educación secundaria a mejorar los modelos de enseñanza ejecutados en sus planes de estudio, para con ello, afectar los sistemas de creencias de los estudiantes que pretendan ingresar a un programa de FID.

La relación entre los perfiles de creencias sobre PI y la adopción del rol de profesor por parte de los EP, confirma que la experiencia formal e informal de enseñar crea y modifica los sistemas de creencias centrales y periféricos de los EP relacionados con sus modelos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Athos y Gabarro, 1978; Albarracin y Wyer, 2000). Esto es relevante para la FID, ya que tal como lo explicita Green (1971), el EP al adoptar el rol de profesor inicia la construcción de creencias primarias sobre la enseñanza de las matemáticas, las cuales son contrastadas con las creencias secundarias sobre la enseñanza establecidas en su itinerario escolar en su rol de estudiante. Formando con ello su modelo de enseñanza constituido por familias de prácticas, acciones, conductas y condiciones, las cuales no son ejecutadas sin antes evaluar el éxito o fracaso de estas al disponerlas en diversos escenarios de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Por ende, la aproximación a las prácticas de los planes de FID debe acrecentar las oportunidades de los EP para asumir el rol de profesor, no solo en el espacio real de clases, sino también con tutorías o mentorías, donde interactúe el EP y los estudiantes escolares en torno a una TM (Boyd *et al*., 2009; Darling-Hammond, 2020; Lampert *et al*., 2013).

Entre las limitaciones del estudio y con relación al proceso de validez, se pueden mencionar que: a) dada las características de los datos, no fue posible aplicar análisis estadísticos de temporalidad a los puntajes, b) no fue posible profundizar la validez externa, consecuencial y nomológica, c) y tampoco aplicar análisis de varianza tanto en los grupos como en el tiempo. Claro está que estas debilidades, también se vuelven oportunidades para realizar futuras investigaciones que permitan profundizar la relación entre las creencias y las experiencias de los EP.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Aiken, L. R. (1980). Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, *40*, 955-959. https://doi.org/10.1177/001316448004000419

Albarracin, D. & Wyer, R. S. (2000). The cognitive impact of past behavior: Influences on beliefs, atti- tudes, and future behavioral decisions. *Journal of Personality and Social Psychology*, *79*(1), 5–22. https://doi.org/10.1037/0022-3514.79.1.5

Askew, M., Brown, M., Rhodes, V., Johnson, D. & Wiliam, D. (1997). Effective teachers of numeracy, Final report. Report of a study carried out for the Teacher Training Agency 1995-96 by the School of Education, King's College London. http://musicmathsmagic.com/page2/files/EffectiveTeachersofNumeracy.pdf

Athos, A. G. & Gabarro, J. J. (1978). The individual frame of reference. In A. G. Athos, & J. J. Gabarro (Eds.), Interpersonal behavior: Communications and understanding in relationships (pp. 137–148). Prentice Hall.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. NY: W. H. Freeman & Company.

Barkatsas, A. T. & Malone, J. (2005). A typology of mathematics teachers' beliefs about teaching and learning mathematics and instructional practices. *Mathematics Education Research Journal*, *17*(2), 69-90. https://doi.org/10.1007/BF03217416

Berk, D. & Cai, J. (2019). Mathematics teacher beliefs. In M. A. Peters (Ed.), *Encyclopedia of Teacher Education.* Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1179-6_236-1

Borg, M. (2001). Key concepts in ELT: Teachers' beliefs. *ELT Journal, 55*(2), 186–188. https://doi.org/10.1093/elt/55.2.186

Boston, M., Bostic, J., Lesseig, K. & Sherman, M. (2015). A Comparison of Mathematics Classroom Observation Protocols. *Mathematics Teacher Educator*, *3*(2), 154-175. https://doi.org/10.5951/mathteaceduc.3.2.0154

Boston, M. D. & Wolf, M. K. (2006). *Assessing academic rigor in mathematics instruction: The development of Instructional Quality Assessment Toolkit* (CSE Tech. Rep. No. 672). Los Angeles: University of California, National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST). https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED492868.pdf

Boyd, D., Grossman, P., Lankford, H., Loeb, S. & Wyckoff, J. (2009). Teacher preparation and student achievement. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *31*(4), 416-440.

Calderhead, J. & Robson, M. (1991). Images of teaching: Student teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching and Teacher Education*, *7*(1), 1-8. https://doi.org/10.1016/0742-051X(91)90053-R

Chen, C. H. (2008). Why do teachers not practice what they believe regarding technology integration? *The journal of educational research, 102*(1), 65-75. https://doi.org/10.3200/JOER.102.1.65-75

Clandinin, D. J. & Connelly, F. (1991). Narrative and story in practice and research. In D. Schon (Ed.), *The reflective turn: Case studies in and on educational practice* (pp. 258–281). Teachers College Press.

Cooney, T. (2002). Mathematics teacher change and developments. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Beliefs: A hidden variable in mathematics education?* (pp. 127-147). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-47958-3_8

Darling-Hammond, L. (2020). Accountability in Teacher Education. *Action in Teacher Education, 42*(1), 60-71. https://doi.org/10.1080/01626620.2019.1704464

Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of education for teaching*, *15*(1), 13-33. https://doi.org/10.1080/0260747890150102

Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. London: Routledge Falmer.

Felbrich, A., Kaiser, G. & Schmotz, C. (2012). The cultural dimension of beliefs: An investigation of future primary teachers' epistemological beliefs concerning the nature of mathematics in 15 countries. *ZDM*, *44*(3), 355-366. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6437-8_10

Fennema, E., Carpenter, T. P. & Loef, M. (1990). *Teacher belief scale: cognitively guided instruction project*. Madison, WI: University of Wisconsin.

Fleiss, J. L., Levin, B. & Paik, M. C. (2013). *Statistical methods for rates and proportions*. NY: John Wiley & Sons.

Goodman, J. (1988). Constructing a practical philosophy of teaching: A study of preservice teachers' professional perspectives. *Teaching and Teacher Education, 4*(2), 121-137. https://doi.org/10.1016/0742-051X(88)90013-3

Green, T. F. (1971). *The activities of teaching*. Tokyo: McGraw-Hill.

Jenßen, L., Hosoya, G., Jegodtka, A., Eilerts, K., Eid, M. & Blömeke, S. (2020). Effects of early childhood teachers' mathematics anxiety on the development of childrens' math- ematical competencies. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, H. Pant, M. Toepper, & C. Laut- enbach (Eds.), *Student learning in German higher education* (pp. 141-162). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27886-1_8

Kapucu, S. & Yıldırım, U. (2013). Physics teachers' beliefs about the attainment of skill objectives and the extent of these beliefs reflection on teachers' instructional practices. *International Journal of New Trends in Arts, Sports, & Science Education*, *2*(4), 10-22.

Köller, O., Baumert, J. & Neubrand, J. (2000). Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik-und Physikunterricht. In J. Baumert, W. Bos, & R. Lehmann (Eds.), *Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe* (pp. 229-269). Opladen: Leske+ Budrich.

Lampert, M., Franke, M. L., Kazemi, E., Ghousseini, H., Turrou, A. C., Beasley, H. *et al*. (2013). Keeping it complex: Using rehearsals to support novice teacher learning of ambitious teaching. *Journal of Teacher Education, 64*(3), 226-243.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, *28*, 563-575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

Liljedahl, P. & Oesterle, S. (2014). Teacher Beliefs, Attitudes, and Self-Efficacy in Mathematics Education. In *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 583-586). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4978-8_149

Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A. & Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, *30*(3), 1151-1169.

Lloyd, M. E. R. & Howell, M. (2019). Positioning pre-service teacher beliefs along the traditional-reform continuum: An examination of normative beliefs and discursive claims. *The Mathematics Enthusiast, 16*(1-3), 155-210.

Lo, W. (2021). Pre-Service Teachers' Prior Learning Experiences of Mathematics and the Influences on Their Beliefs about Mathematics Teaching. *International Journal of Instruction, 14*(1), 795-812. https://doi.org/10.29333/iji.2021.14148a

Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: A sociological study* (2nd ed.). Chicago: The University of Chicago Press.

Malinsky, M., Ross, A., Pannells, T. & McJunkin, M. (2006). Math anxiety in preservice elementary school teachers. *Education, 127*(2), 274-279.

Marder, M. & Walkington, C. (2014). Classroom observation and value-added models give complementary information about quality of mathematics teaching. In T. Kane, K. Kerr, & R. Pianta (Eds.), *Designing teacher evaluation systems: New guid- ance from the Measuring Effective Teaching project* (pp. 234-277). NY: Wiley.

Martínez Videla, M. V., Rojas Sateler, F., Ulloa, R., Chandía, E., Ortíz, A. & Perdomo Díaz, J. (2019). Creencias y conocimiento matemático escolar al comienzo de la formación inicial docente en estudiantes de Pedagogía General Básica. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL), 56*(2), 1-19.

McDonald, R. P. (2013). *Test theory: A unified treatment*. NY: Psychology Press.

McLeod, D. B. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualisation. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook research on mathematics teaching and learning* (pp. 575-596). NY: MacMillan. http://www.peterliljedahl.com/wp-content/uploads/Affect-McLeod.pdf

Öçal, T. (2021). 'I remembered this mathematics course because…': how unforgettable mathematics experiences of pre-service early childhood teachers are related to their beliefs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1-17. https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1861349

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. *Review of educational research*, *62*(3), 307-332. https://doi.org/10.3102/00346543062003307

Peterson, P. L., Fennema, E., Carpenter, T. P. & Loef, M. (1989). Teacher's pedagogical content beliefs in mathematics. *Cognition and instruction*, *6*(1), 1-40. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0601_1

Philipp, R. (2007). Mathematics teachers' belief and affect. In F. K. Lester (Ed.), Second *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 257-315). Charlotte: Information Age Publishing/National Council of Teachers of Mathematics.

Raymond, A. M. (1993, October 17-20). Unravelling the relationships between beginning elementary teachers' mathematics beliefs and teaching practices [Paper presentation]. 15th Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education-North American Chapter, Monterey, CA.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. *Handbook of research on teacher education*, *2*, 102-119. https://www.researchgate.net/publication/239666513_The_role_of_attitudes_and_beliefs_in_learning_to_teach

Rizopoulos, D. (2006). ltm: An R package for latent variable modelling and item response theory analyses. *Journal of Statistical Software*, *17*(5), 1-25. https://core.ac.uk/download/pdf/6305163.pdf

Rowe, E. E. y Skourdoumbis, A. (2017). Calling for 'Urgent National Action to Improve the Quality of Initial Teacher Education': the Reification of Evidence and Accountability in Reform Agendas. *Journal of Education Policy, 34*(1), 44-60. https://doi.org/10.1080/02680939.2017.1410577

Samejima, F. (1969). Estimation of latent trait ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika Monograph*, *17*. https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1968.tb00153.x

Sawada, D., Piburn, Judson, E., M., Turley, J., Falconer, K., Benford, R. & Bloom, I. (2010). Measuring reform practices in science and mathematics classrooms: The reformed teaching observation protocol. *School Science and Mathematics Journal*, *102*, 245-253. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb17883.x

Schoenberg, N. E. & Ravdal, H. (2000). Using vignettes in awareness and attitudinal research. *International Journal of Social Research Methodology*, *3*(1), 63-74. https://doi.org/10.1080/136455700294932

Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology, 82*(3), 498–504.

Swan, M. (2006). Designing and using research instruments to describe the beliefs and practices of mathematics teachers. *Research in Education*, *75*(1), 58-70. https://doi.org/10.7227/RIE.75.5

Tapia, M. & Marsh, G. E. (2004). An instrument to measure mathematics attitudes. Academic Exchange Quarterly, *8*(2). http://www.rapidintellect.com/AEQweb/cho25344l.htm

Tatto, M. T., Peck, R., Schwille, J., Bankov, K., Senk, S. L., Rodriguez, M., ... & Rowley, G. (2012). *Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries: Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics* (TEDS-MM). International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands.

Teppo, A. R. (2015). Grounded theory methods. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.). *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 3-21). NY: Springer.

Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 127-146). NY, England: Macmillan Publishing Co, Inc.

Timmerman, M. E., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality assessment of ordered polytomous items with parallel analysis. *Psychological Methods*, *16*, 209-220. https://doi.org/10.1037/a0023353

Wang, Y., Highhouse, S., Lake, C. J., Petersen, N. L. & Rada, T. B. (2017). Meta-analytic Investigations of the Relation Between Intuition and Analysis. *Journal of Behavioral Decision Making*, *30*(1), 15–25. https://doi.org/10.1002/bdm.1903

Xie, S. & Cai, J. (2021). Teachers' Beliefs about Mathematics, Learning, Teaching, Students and Teachers: Perspectives from Chinese High School In-Service Mathematics Teachers. *International Journal of Science and Mathematics Education, 19*(4), 747-769. https://doi.org/10.1007/s10763-020-10074-w

Zhang, Q. & Morselli, F. (2016). Teacher beliefs. In G. Goldin, M. S. Hannula, E. Heyd-Metzuyanim, A. Jansen, R. Kaasila, S. Lutovac, et al. (Eds.), *Attitudes, beliefs, motivation and identity in mathematics education: An overview of the field and future directions* (pp. 11-13). Cham, Switzerland: SpringerOpen.