

Artículo de Investigación

Creencias detectadas vs. creencias auto informadas de profesores de matemáticas respecto al uso de tecnología digital

Detected versus self-reported beliefs of mathematics teachers about the use of digital technology

Juan Gabriel Molina Zavaleta¹: Instituto Politécnico Nacional (CICATA-Legaria), México.

jmolina@ipn.mx

Clara Mayo Juárez: Instituto Politécnico Nacional (CICATA-Legaria), México.

cmayo@ipn.mx

Alejandro Miguel Rosas Mendoza: Instituto Politécnico Nacional (CICATA-Legaria), México.

alerosas@ipn.mx

Fecha de Recepción: 01/06/2024

Fecha de Aceptación: 07/08/2024

Fecha de Publicación: 17/10/2024

Cómo citar el artículo

Molina Zavaleta, J. G., Mayo Juárez, C. y Rosas Mendoza, A. (2024). Creencias detectadas vs. Creencias auto informadas de profesores de matemáticas respecto al uso de tecnología digital [Detected versus self-reported beliefs of mathematics teachers about the use of digital technology]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 01-18. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1036>

Resumen

Introducción: En esta investigación se exploran y comparan las creencias inferidas por los investigadores y las auto percibidas en un grupo de profesores de matemáticas en relación con la matemática, su enseñanza y el uso de tecnología digital. **Metodología:** Es un estudio cualitativo, de caso, que utiliza narrativas y la comparación. **Resultados:** En la comparación entre las creencias inferidas por los investigadores respecto a las autopercebidas por los docentes se encontró que la creencia más consistente fue la creencia post-dominio, relativa a que los alumnos primero deben dominar los conceptos matemáticos antes de utilizar tecnología digital al estudiar matemáticas en clase. **Discusión:** Se argumenta que las características de los docentes participantes podría explicar los resultados al haberse formado en el modelo tradicional a lápiz y papel. **Conclusiones:** La utilización de narrativas y la

¹ Autor Correspondiente: Juan Gabriel Molina Zavaleta. Instituto Politécnico Nacional (México).

comparación permitió identificar creencias fuertemente arraigadas en los docentes y el conocer otras creencias que no se detectaron en las narrativas.

Palabras clave: tecnología digital; creencias; docentes de matemáticas; narrativas; auto percepción; análisis comparativo; educación matemática; enseñanza con tecnología.

Abstract: Introduction: This research explores and compares the beliefs inferred by the researchers and the self-perceived beliefs of a group of mathematics teachers in relation to mathematics, its teaching and the use of digital technology. **Methodology:** It is a qualitative, case study that uses narratives and comparison. **Results:** In the comparison between the beliefs inferred by the researchers with respect to those self-perceived by the teachers, it was found that the most consistent belief was the post-mastery belief, related to the fact that students must first master mathematical concepts before using digital technology when study mathematics in class. **Discussion:** It is argued that the characteristics of the participating teachers could explain the results as they were trained in the traditional pencil and paper model. **Conclusions:** The use of narratives and comparison made it possible to identify beliefs that were deeply rooted in teachers and to learn about other beliefs that were not detected in the narratives.

Keywords: digital technology; beliefs; mathematics teachers; narratives; self-perception; comparative analysis; mathematics education; teaching with technology.

1. Introducción

A pesar del gran avance tecnológico actual, por lo menos en México no se ha logrado integrar la Tecnología Digital (TD) en el sistema educativo de forma sistemática. Azamar (2016) hace una revisión del Plan de Desarrollo Sexenal del gobierno mexicano en el periodo del 2000 al 2012, y da cuenta que el intento por incorporar la TD no tuvo un plan o un rumbo. El estado se enfocó en otorgar recursos tecnológicos sin considerar la situación social y los avances técnicos existentes. Se considera Tecnología Digital o herramienta digital a un conjunto de instrumentos o cosas que sirven para crear, presentar o almacenar información mediante la combinación de bits; por ejemplo, las calculadoras, computadoras, teléfonos inteligentes, tabletas, internet o software como hojas de cálculo, software de geometría dinámica, aplicaciones celulares, aplicaciones matemáticas, etc. Zbieck *et al.* (2007) hacen una revisión de constructos teóricos generados por diversas investigaciones relativas a la incorporación de TD en la enseñanza de la matemática, su trabajo permite inferir que la integración sistemática de la TD en la escuela es un problema no trivial pues dicha incorporación afecta las relaciones que se dan entre los distintos actores del sistema didáctico (actividad matemática, estudiante, docente, currículo). Assude *et al.* (2010) señalan que el acceso a la tecnología; factores institucionales o didácticos (acceso a hardware, problemas de software, necesidades de desarrollo profesional, soporte técnico y recursos) y la resistencia de profesores que no están convencidos del valor de los cambios tecnológicos para el aprendizaje de las matemáticas, son factores que alientan o inhiben el uso de TD por parte de los profesores de matemáticas. Olive *et al.* (2010), en relación con las resistencias de los docentes señalan que,

Aun cuando existe una fuerte influencia de la tecnología en los nuevos avances en este campo, poco ha cambiado en el currículo escolar de matemáticas. Es probable que estas resistencias se deban a conflictos en las creencias de los docentes y de los editores de currículos sobre la naturaleza de las matemáticas y los objetivos del currículo escolar... Conciliar estos conflictos requiere una reevaluación de nuestras creencias sobre la naturaleza misma de las matemáticas (Olive *et al.* 2010, p. 138).

El trabajo de Herfort *et al.* (2023) relativo a la investigación que se ha hecho en las últimas dos décadas en el congreso CERME, permite observar que un área de investigación que se puede fortalecer es la concerniente a los estudios sobre el conocimiento del profesor cuando enseña con tecnología. Dentro de esta área se sitúa el presente estudio, en particular en lo referente a las creencias de los profesores de matemáticas respecto a la utilización de la TD en la enseñanza de la matemática. El término creencia se entiende como “entendimientos, premisas o proposiciones psicológicas sobre el mundo, que se cree que son verdaderas” (Philipp, 2007, p. 259). Estas creencias generalmente se expresan en afirmaciones como "Creo que...", "es probable que...", "es poco probable que..." (Tversky y Kahneman, 1974, p. 1124). De acuerdo con Thurm y Barzel (2022) los estudios sobre creencias suelen ser muy generales, requiriéndose análisis detallados que den cuenta de cómo las creencias pueden estar relacionadas entre sí en sus diferentes dimensiones.

De la revisión de literatura se sabe que las creencias no son observables directamente, sino que se infieren. Son una especie de lentes a través de las cuales se interpreta el mundo, incidiendo en la forma en que los docentes utilizan la tecnología y en cómo enseñan matemáticas (Philipp, 2007; Misfeldt *et al.* 2016; Thurm y Barzel, 2022). Por lo anteriormente expresado, el objetivo de esta investigación es identificar qué tan consistentes son las creencias que los investigadores participantes de este estudio infieren de un grupo de siete docentes de matemáticas, respecto a las creencias que dichos docentes perciben en sí mismos. Las creencias son respecto a la matemática como disciplina y el uso de TD en su enseñanza. Las preguntas auxiliares de investigación a las que se dan respuesta son las siguientes: ¿Qué creencias respecto a la matemática y al uso de TD se infieren en los profesores participantes en el estudio?, ¿qué creencias respecto a la matemática y al uso de TD perciben en sí mismos los profesores participantes en el estudio? ¿Qué tan consistentes son las creencias inferidas por los investigadores en los docentes respecto a las auto percibidas por éstos?

Este tipo de trabajos es relevante porque aporta a la investigación en educación matemática resultados concretos y detallados respecto al papel de los métodos empleados en la inferencia de las creencias.

En este trabajo se adopta la definición de creencia propuesta por Philipp (2007), ya descrita. Son entendimientos, premisas o proposiciones psicológicas sobre el mundo, que se cree que son verdaderas. A continuación, se describen algunas ideas pertinentes para este trabajo que investigaciones recientes destacan en relación con las creencias; enfocando la atención en los constructos teóricos que se adoptaron en esta investigación.

1.1. Acerca de las creencias

Con base en su revisión de literatura, Philipp (2007), Misfeldt *et al.* (2016), Thurm y Barzel (2022) y, destacan los siguientes puntos relativos a las creencias.

Las creencias no son observables directamente, sino que se infieren. Son una especie de lentes a través de los cuales las personas interpretan el mundo por lo que, en el caso de los docentes, influyen en su práctica. Por ejemplo, en la forma en que los docentes utilizan la tecnología y en cómo enseñan matemáticas. En las personas, las creencias pueden ser conscientes o inconscientes, se organizan en sistemas de creencias y aunque algunas creencias pueden ser contradictorias entre sí, éstas pueden coexistir estables en la mente de las personas. También coinciden en que las creencias son difíciles de modificar, pero que no es imposible lograrlo. Thurm y Barzel (2022) explican que hay muchos estudios sobre creencias, sin embargo, son

perspectivas generales en las que se han identificado y clasificado varias de ellas. En lo relativo a las creencias respecto al uso de TD, Thurm y Barzel (2022) utilizan una clasificación con tres dimensiones (y subdimensiones):

Creencias sobre la enseñanza con tecnología, esta es la dimensión general, incluyen subdimensiones. Por ejemplo, la creencia de que la TD debe utilizarse solo después de que el alumno domine los conceptos matemáticos de forma tradicional. Creencias de autoeficacia sobre la enseñanza con tecnología, estas creencias se refieren a qué tan capaces se perciben los docentes en relación con el uso de TD. Creencias epistemológicas, relacionadas a cómo el docente considera a la matemática y su enseñanza. Los autores señalan la necesidad de estudios detallados que expliquen cómo se relacionan entre sí las creencias en todas sus dimensiones y subdimensiones.

1.2. Creencias con relación al uso de la TD en la enseñanza de la matemática y creencias sobre la matemática como disciplina

Misfeldt *et al.* (2016) en un estudio de caso identifican las creencias que tres docentes de matemáticas tienen respecto al uso de la tecnología y respecto a la naturaleza de las matemáticas. Con base en su revisión de literatura adoptan la siguiente categorización de creencias.

1.2.1. Creencias relacionadas a la enseñanza de la matemática con TD

Esta categorización fue retomada de Leatham (2007) quien a su vez la retoma de Hanzsek-Brill (1997).

- Profesores que consideran que no debe utilizarse en la enseñanza.
- Profesores con creencias exploratorias, estos profesores creen que la tecnología puede y debe utilizarse para el estudio de conceptos matemáticos.
- Profesores con creencias post-dominio, quienes consideran que la tecnología no debería introducirse hasta que los estudiantes hayan dominado los conceptos y procedimientos manualmente.
- Profesores con creencias pre-dominio, estos profesores con creencias previas al dominio los ubican en un punto entre los profesores con creencias exploratorias y postdominio.

1.2.2. Creencias relacionadas a la matemática

Por otra parte, del trabajo de Ernest (1989) retoman la siguiente clasificación creencias.

- Instrumentistas, ven a las matemáticas como una acumulación de hechos, reglas y habilidades que se utilizan para alcanzar algún fin extra matemático. Para ellos, las matemáticas son un conjunto de conocimientos no relacionados, son reglas y hechos utilitarios.
- Los platónicos ven las matemáticas como algo estático, un cuerpo de conocimientos unificado. Consideran las matemáticas como algo descubierto, no inventado ni creado por humanos.

- Resolutor de problemas, ven a las matemáticas como un campo más dinámico y en continua expansión de la creación y la invención humana. Para ellos las matemáticas son un proceso de indagación y conocimiento, no un producto terminado, sus resultados permanecen abiertos a revisión.

1.2.3. Creencias sobre la enseñanza de las matemáticas

El trabajo de Van Zoest, Jones y Thornton (1994) identifican tres categorías para la evaluación de las creencias respecto a la enseñanza de las matemáticas.

- Enfocadas en el contenido con énfasis en el desempeño.
- Centrada en el contenido con énfasis en comprensión conceptual.
- Centrado en el alumno con énfasis en las interacciones sociales.

1.2.4. Creencias de los profesores sobre el aprendizaje de las matemáticas

El trabajo de Beswick (2005) quien a su vez las retoma de Ernest (1989) propone estas categorías:

- Dominio de habilidades, recepción pasiva de conocimientos.
- Construcción activa de comprensión.
- Exploración autónoma de sus propios intereses.

1.3. Relación entre las creencias de los profesores de matemáticas

Misfeldt *et al.* (2016), con base en los trabajos de Beswick, 2005; Ernest, 1989 y Van Zoest *et al.*, 1994, presentan la siguiente tabla en la que se emparejan los distintos tipos de creencias, señalando que ésta no es la única que puede haber.

Tabla 1.

Relación entre creencias sobre la matemática, su enseñanza y el aprendizaje

Creencias sobre la naturaleza de las matemáticas	Creencias sobre la enseñanza de las matemáticas	Creencias sobre el aprendizaje de las matemáticas
Instrumentalistas	Enfocado en el contenido con énfasis en el desempeño	Dominio de habilidades, recepción pasiva de conocimientos
Platonistas	Enfocado en el contenido con énfasis en el entendimiento	Construcción activa de comprensión
Resolutores de problemas	Enfocado en el aprendizaje	Exploración autónoma de sus propios intereses

Fuente: Misfeldt *et al.* (2016, p. 400).

2. Metodología

A continuación, se describen las consideraciones metodológicas de esta investigación.

2.1. Acerca de los participantes

Los participantes de este estudio fueron siete profesores de matemáticas en servicio, de los cuales cinco eran hombres y dos eran mujeres. Los docentes ejercían la docencia en distintos niveles educativos, cinco en México, en el nivel básico hasta el nivel superior, en escuelas públicas, privadas o en ambas. Uno de los docentes ejercía en la docencia en Ecuador (nivel superior) y otro en Uruguay (niveles básico y superior). Respecto a las edades, cuatro de ellos estaban en sus treinta años (31, 34, 35 y 37) y tres en los cuarenta (41, 46 y 48).

2.2. Contexto en el que se condujo la investigación

Los participantes en el estudio eran alumnos del Programa de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa del Instituto Politécnico Nacional (ProME-IPN) de México. El ProME es un posgrado profesionalizante dirigido a profesores de matemáticas en servicio que funciona totalmente en línea desde el año 2000. En el proceso de formación por medio de distintas unidades didácticas se privilegia el estudio de teorías, métodos, resultados relacionados con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Los participantes del estudio cursaban la unidad didáctica “Perspectivas epistemológicas de las matemáticas” la cual tuvo por objetivo involucrar a los estudiantes en la reflexión sobre las creencias personales relativas a la matemática, su enseñanza y el uso de TD en su enseñanza.

En términos generales, la investigación se dio en tres etapas: exploración de las creencias de los docentes participantes; creencias auto percibidas de los participantes; y comparación de creencias detectadas vs., creencias percibidas.

2.3. Exploración de las creencias

En esta etapa, previo a que se expusiera a los docentes al estudio de elementos teóricos sobre el tema, se utilizó el método de la narrativa escrita, y para con ella inferir las creencias de los participantes. Las investigaciones con narrativas se utilizan para indagar en las historias que cuentan profesores de matemáticas. Estas pueden ser autobiográficas sobre algún asunto concreto relacionado con el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática. Para profundizar sobre estos asuntos se puede consultar el trabajo de Salazar (2021). Las preguntas que generaron la narrativa de los docentes respecto a la utilización de TD en la enseñanza de la matemática fueron basadas en el trabajo de Molina *et al.* (2024) y son las siguientes: ¿qué tecnología digital viene a tu mente y qué opinas de su uso en la clase de matemáticas?, ¿cuándo debe utilizarse la tecnología digital y cuándo no, y por qué?, y si es el caso, ¿qué herramienta tecnológica digital te gusta utilizar en tu clase de matemáticas? ¿Cómo la utilizas y por qué razón la usas así?

Las preguntas que generaron la narrativa en relación con la matemática como disciplina, estuvieron basadas en el trabajo de Misfeldt *et al.* (2016), quienes las retoma del trabajo de Jankvist (2015):

- ¿Cómo crees que surgieron las matemáticas de tus libros de texto?
- ¿Cuándo crees que surgieron? ¿Por qué crees que surgieron?
- ¿Qué opinas que hace un investigador en matemáticas?
- ¿En qué consiste la investigación?
- ¿Puedes dar una breve descripción de cómo se construye un área de las matemáticas?
- ¿Por qué demostramos teoremas matemáticos?
- ¿Se descubren o inventan los números negativos? ¿Por qué?
- ¿En general, crees que las matemáticas son algo que descubres o inventas?

2.3.1. Ejemplos de análisis de narrativa del docente 1 respecto al uso de TD

Los análisis fueron hechos en forma independiente por los investigadores participantes para posteriormente convenir una única respuesta. Para ejemplificar el proceso llevado a cabo en esta fase, se presenta a modo de ejemplo, la narrativa del primero de los docentes.

Fragmento de la narrativa del docente 1: “La tecnología que más presente está en mi mente es el software GeoGebra y WolframAlpha, ambos son potentes herramientas en línea para que el alumno y nosotros como docentes colaboremos en la solución de problemas aplicados a la ingeniería, apoyando enormemente la comprensión y asimilación del conocimiento impartido en las aulas.”

Análisis del investigador: El investigador considera que la expresión “ambos son” precede a la manifestación de una creencia respecto al uso de la tecnología, “apoya enormemente la comprensión y asimilación”. Por otra parte, también se advierte creencia la enseñanza y aprendizaje de la matemática. Respecto a la enseñanza y aprendizaje, el aprendizaje se produce al involucrar en a los alumnos en la actividad de solución a problemas aplicados. Se podría decir, que este esta creencia es instrumentalista sobre la matemática, al utilizarse para alcanzar un fin extra matemático.

Continuación de la narrativa del docente 1: “La tecnología digital se debe de emplear siempre como un refuerzo y complemento al conocimiento impartido en las aulas, sirve la mayoría de las veces para corroborar el desarrollo de las actividades planteadas en el salón de clase. Dichas herramientas, son eso, herramientas de apoyo al conocimiento, pero jamás deben de sustituir por completo al aprendizaje individual de cada estudiante.”

Análisis del investigador: La expresión “se debe de” precede la manifestación de una creencia respecto al uso de TD en la enseñanza, en el marco de Misfeldt (2016) se trata de una creencia post-dominio. Autores como Thurm y Barzel (2022) las llaman creencias de punto temporal, la TD debe utilizarse solo después de que los estudiantes dominen los conceptos en forma tradicional. La creencia es “La TD en la enseñanza de la matemática debe usarse para verificar resultados”.

Continuación de la narrativa del docente 1: “Actualmente los estudiantes de las carreras de ciencias exactas tienen una labor doble, comprender la parte analítica de los ejercicios y aprender a utilizar la tecnología de tal manera, que les permita modelar los ejercicios para que

su comprensión sea integral, aunque me consta que esto segundo, ya lo tienen dominado. Considero que el conocimiento constructivo en el área matemática debe de llevar siempre la tecnología como un aliado para llegar a ello.”

Análisis del investigador: La expresión “los estudiantes tienen una labor doble” podría ser indicio de una creencia sobre la enseñanza de la matemática, debe haber énfasis en el entendimiento. Por otro lado, al expresar “para que les permita modelar” podría significar una creencia respecto al aprendizaje del tipo construcción activa de la comprensión. De acuerdo con la tabla 1, estas creencias se asocian con una postura platonista respecto a la naturaleza de las matemáticas.

Continuación de la narrativa del docente 1: “La tecnología jamás debe de usarse como una alternativa para sustituir las habilidades necesariamente aprendidas desde muy temprana edad. Por ejemplo, a mis estudiantes de nuevo ingreso, mientras estamos repasando la parte aritmética, no les permito emplear calculadora, porque requiero de ellos su habilidad matemática futura para la solución de problemas más avanzados. Les he demostrado en clase, cuánto tiempo les toma teclear en la calculadora las operaciones, que contrastadas con el tiempo que me toma solucionarles un ejercicio de forma mental, la diferencia es abismal, dejando claro que el cerebro es más potente y rápido que la calculadora.”

Análisis del investigador: La expresión “la tecnología jamás debe” precede la manifestación de una creencia post-dominio de uso de TD.

Continuación de la narrativa del docente 1: “Actualmente me preocupa el abuso de la tecnología, porque les está robando a los estudiantes su capacidad nata de procesamiento, algo muy necesario para la comprensión abstracta de materias más avanzadas.”

Análisis del investigador: La expresión “me preocupa” precede a una creencia respecto al uso de TD, señalada en Thurm y Barzel (2022), la TD puede producir pérdida de habilidades.

Continúa narrativa del docente 1: “La tecnología no es mala, somos nosotros, quienes abusamos de las bondades otorgadas por ella. Es importante siempre exhortar al equilibrio con el uso adecuado de la tecnología, porque actualmente o se tiene en manos una de las mejores herramientas para la integración de conocimiento o se anula todo conocimiento, debido a la facilidad que tienen para responder sus tareas sin pasar por el proceso tan importante que es de adquisición de conocimiento. Considero que es vital siempre invitarlos por conciencia al uso adecuado de la tecnología con ética y responsabilidad alejándose de la tentación de abusar de ella.”

Análisis del investigador: En esta parte de la narrativa el docente hace explícito estar consciente de que la TD tiene una naturaleza dual, puede ser un obstáculo o una ayuda en el proceso de estudio de la matemática. Thurm y Barzel (2022) señalan esta idea está presente en docentes que están a favor del uso de la tecnología en la enseñanza.

Conclusión del análisis de la narrativa del docente 1: “Dadas las creencias que manifiesta el docente 1, podría ubicarse como platonista e instrumentalista, con creencias post-dominios.”

2.3.2. Ejemplos de análisis de la narrativa del docente 1 respecto a las matemáticas como disciplina

Preguntas detonantes de la narrativa: ¿Cómo crees que surgieron las matemáticas de tus libros de texto? ¿Cuándo crees que surgieron? ¿Por qué crees que surgieron?

Respuesta del docente 1: “Las matemáticas tienen muchos años de antigüedad, el que se puedan estudiar en los tiempos actuales es porque alguien en el pasado se encargó de documentarlas y darles sentido. De lo contrario serían conocimientos perdidos.”

Análisis del investigador: Las matemáticas de los libros de texto surgieron como un proceso de documentación para preservar sus conocimientos. Aquí no se advierte alusión a alguna creencia.

Preguntas detonantes de la narrativa: ¿Qué opinas que hace un investigador en matemáticas? ¿En qué consiste la investigación?

Se dedica a explicar o encontrar soluciones respecto a temas que aún no se han logrado hallar. Formula y resuelve problemas, crea modelos y teorías matemáticas que describen fenómenos, analiza teoremas también quizá con el sentido de dar continuidad a aquellas investigaciones que quedaron asentadas en el pasado. Se dedican a la publicación de sus hallazgos, y del nivel que ha adquirido. Es importante traspasar su conocimiento a estudiantes para que su labor continúe de forma constante a través de nuevas generaciones.”

Análisis del investigador: Por una parte, al señalar que el investigador en matemáticas busca encontrar soluciones a temas no encontrados, podría ser considerado como resolutor de problemas al considerar al campo como en expansión y por su mención de encontrar soluciones a problemas. Su alusión a que los investigadores describen fenómenos podría considerarse que el docente asocia a la matemática un fin utilitario, por tanto, también su creencia podría ser instrumentalista.

Preguntas detonantes de la narrativa: ¿Puedes dar una breve descripción de cómo se construye un área de las matemáticas?

Construir un área de las matemáticas considero que es un proceso que implica una combinación de creatividad, rigor y disciplina matemáticos y colaboración entre investigadores.

Es necesario identificar el concepto central y tema a tratar respecto a preguntas que no han sido abordadas en un área específica, observando los fenómenos del mundo real, hallando la relación que guardan con otras áreas de estudio. Esto trae como consecuencia el planteamiento de teorías y procedimientos o modelos de lo que ellos han identificado, posteriormente es usual que comuniquen sus resultados ante sus pares para que les aporten con nuevas ideas o identificar fallas e incluso colaborar con problemas muy complejos para su solución. Por último, si la disciplina del área de matemáticas madura quedará asentada como parte de los programas académicos para que los estudiantes tengan bases y quizá le den continuidad a través de lo que han adquirido como conocimiento.

Análisis del investigador: Las menciones en que el estudio de fenómenos del mundo real es central en la investigación, le da un carácter utilitario a la matemática, por tanto, su creencia es ubicada en la categoría de instrumentalista.

Pregunta detonante de la narrativa: ¿Por qué demostramos teoremas matemáticos?

Se pretende demostrar con una justificación rigurosa que una afirmación matemática es verdadera. También es una manera de demostrar a sus pares los resultados de forma clara y precisa usando un lenguaje estandarizado donde todos lo entienden. Aportan conexiones y conocimientos dentro de otras áreas que conforman la misma matemática contribuyendo

también a aplicaciones dentro de otras áreas, por ejemplo, la física, la informática, etc. Ayuda a la expansión de habilidades matemáticas, mediante el razonamiento lógico.

Análisis del investigador: En resumen, se demuestra para determinar la verdad de una afirmación matemática y comunicarla; para identificar conexiones con otras áreas y favorecer aplicaciones y para el desarrollo de habilidades matemáticas al usar el razonamiento lógico. La mención de las aplicaciones sugiere que estas habilidades matemáticas que se favorecen con la demostración tienen un propósito extra matemático, por ello podría tratarse de una creencia instrumentalista respecto a la matemática.

Preguntas detonantes de la narrativa: ¿Se descubren o inventan los números negativos? ¿Por qué?

¡Huy! esta pregunta es demasiado profunda y pienso que hasta filosófica. Honestamente no lo sé. He tenido que reflexionar mucho respecto a esta pregunta. El hombre a lo largo de los siglos ha tenido que saber representar cantidades que pueden representar "falta" o deuda, por ejemplo, la ausencia de calor (temperaturas gélidas), decimos que son cantidades bajo cero (donde ya comienzan los números negativos) por lo que se puede decir que debido a la necesidad, fueron descubiertas estas cantidades. Pero quizá también se podría afirmar que fueron inventados para poder dar más validez a los resultados que se obtienen y al verse necesitados de representar cantidades que van en un sentido contrario por representar "pérdidas" entonces también se puede pensar que los tuvieron que inventar para tener un sistema coherente.

No me siento con la capacidad de responder esta pregunta porque ambas posturas a mí me parecen que tienen la razón.

Análisis del investigador: Al señalar que ambas posturas tienen la razón, se considera que la postura platonista está presente en el pensamiento de este docente.

¿En general, crees que las matemáticas son algo que descubres o inventas?

Es algo muy relacionado a lo que comenté anteriormente, hay una frase que me dijo alguna vez un profesor de mi universidad que dice: "Las matemáticas son el más bello lenguaje con el que Dios creo el mundo" (desconozco realmente quien es el autor original). Si le doy sentido a esta frase, podría decirse que las matemáticas se descubren porque ellas ya existen desde antes que se activara el razonamiento del ser humano. Nos hemos encontrado con la belleza de ellas descubriendo conforme avanzamos en eras de la humanidad. Aunque estoy segura que se podría defender la idea de la invención ya que si pensamos más allá, las matemáticas han surgido desde la mente y potencial humano. Además, podría decirse que son creadas debido a las observaciones particulares de este sistema en el que habita la humanidad, por lo que no se podría decir que sea algo más universal por lo que se crean sistemas abstractos y reglas formales que son útiles para resolver problemas y hacer predicciones correspondientes a lo que tenemos en nuestro entorno, pero no necesariamente existen de manera independiente fuera de la mente humana. Con esto quiero decir que no me es posible adoptar una u otra postura.

Análisis del investigador: De acuerdo con el marco teórico definido en este trabajo, se podría considerar que el docente 1 posee las dos creencias, la platonista respecto a que la matemática se descubre, y la de resolutor de problemas, en la que la matemática es invención humana.

2.4. Creencias auto percibidas de los participantes

Esta fase fue realizada por los docentes en una actividad posterior a generar sus narrativas. Se les solicitó estudiar el artículo de Misfeldt *et al.* (2016) y como tarea se les pidió lo siguiente:

En la página 413, Misfeldt *et al.* (2016), muestran en la Figura 3 un mapa en que presentan los sistemas de creencias de los profesores analizados. Al reflexionar sobre tus creencias, ¿ubícate en ese mapa o propón otro? (ver tabla 2).

Tabla 2.

Un intento de "mapear" los sistemas de creencias de los docentes. El profesor 1 es T1, el profesor 2 es T2 y el profesor 3 es T3.

Creencias	No tecnología	Post-dominio	Pre-dominio	Exploratorias
Instrumentalistas		T1	T3	
Platonistas			T3	T2
Resolutores de problemas		T3		T2

Fuente: Misfeldt *et al.* (2016, p. 413).

Por ejemplo, el profesor 3 (T3) tiene creencias respecto a la naturaleza de las matemáticas instrumentalistas, platonistas y de resolutor de problemas y respecto al uso de tecnología tiene creencias post-dominio, pre-dominio y exploratorias. Se aprecia que las creencias no se delimitan claramente, pueden estar mezcladas. Una de las características relativas a las creencias que señalan Philipp (2007), Misfeldt *et al.* (2016) y Thurm y Barzel (2022) es que creencias contradictorias pueden coexistir en las personas de forma estable.

2.5. Creencias detectadas vs., creencias percibidas

Se realizó una comparación entre las creencias inferidas por los investigadores en los docentes de matemáticas respecto a las que ellos declararon poseer.

2.5.1. Ejemplo de la respuesta de un profesor respecto a las creencias que declara poseer.

Como en fases anteriores, para ejemplificar el proceso llevado a cabo en esta fase, se presenta a modo de ejemplo, la narrativa del primero de los docentes.

El docente 1 señala:

Me parece que quedaría casi con la misma configuración de la profesora número 3 (T3), en todas las materias que imparto a excepción del propedéutico cuya clasificación estaría más hacia un docente de la "vieja escuela" porque mi creencia está en que primero deben aprender a hacer sus operaciones "a patita" es decir, en lápiz y papel, pues el resto de su carrera dentro de las diferentes matemáticas que ellos revisan en las ingenierías ya se involucran y desenvuelven con el apoyo de la tecnología. Nuevamente, como mencioné anteriormente en otra pregunta, depende de la materia que yo esté dando, donde la única cuyo comportamiento

caigo en la vieja escuela es la de propedéutico de matemáticas, también basada en cómo me enseñaron a mí álgebra. Ya en las demás es contraproducente este comportamiento porque es importante que los estudiantes sepan manejar y apoyarse de la tecnología en sus demás materias.

Tabla 3.

Auto percepción de los sistemas de creencias del docente 1. El docente 1 es D1

Creencias	No tecnología	Post-dominio	Pre-dominio	Exploratorias
Instrumentalistas		D1		
Platonistas			D1	
Resolutores de problemas		D1		

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de Misfeldt *et al.* (2016).

Y para cursos propedéuticos se declara no a favor de la tecnología, al referirse a los profesores de la vieja escuela.

2.5.2. Ejemplo de una comparación entre creencias inferidas por los investigadores con la auto percibida por un docente

Tabla 4.

Creencias inferidas versus auto percibidas de los sistemas de creencias del docente 1. El docente 1 es D1, la inferencia de los investigadores es I.

Creencias	No tecnología	Post-dominio	Pre-dominio	Exploratorias
Instrumentalistas		I	D1	
Platonistas		I	D1	
Resolutores de problemas		I	D1	

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de Misfeldt *et al.* (2016).

3. Resultados

En la tabla 5 se presentan los resultados de analizar los siete casos. La letra I indica cómo los investigadores clasificaron las creencias del docente, las letras D1, D2, etcétera, representan al docente 1, docente 2, etc.

Tabla 5.
Creencias inferidas versus auto percibidas de los sistemas de creencias de los docentes

	Creencias	Post-dominio	Pre-dominio	Exploratorias
D1	Instrumentalistas	I	D1	
	Platonistas	I	D1	
	Resolutores de problemas	I	D1	
D2	Instrumentalistas	I	D2	
	Platonistas	I	D2	
	Resolutores de problemas			
D3	Instrumentalistas	I		
	Platonistas	I		D3
	Resolutores de problemas	I	D3	
D4	Instrumentalistas			
	Platonistas	I		
	Resolutores de problemas	I	D4	
D5	Instrumentalistas	I		
	Platonistas	I		
	Resolutores de problemas		D5	
D6	Instrumentalistas			I
	Platonistas			I
	Resolutores de problemas			D6
D7	Instrumentalistas	I	D7	
	Platonistas	I	D7	
	Resolutores de problemas	I	D7	

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de Misfeldt *et al.* (2016).

4. Discusión

De acuerdo con Philipp (2007), una de las dificultades que se reconocen en la literatura respecto al estudio de las creencias es que éstas no pueden ser observadas directamente, sino que son inferidas. De acuerdo con Tversky y Kahneman, las creencias generalmente se expresan en afirmaciones como "creo que...", "es probable que...", o "es poco probable que...". En este trabajo, por ejemplo, algunas frases que anticiparon la expresión de una creencia fueron "se debe de" o "jamás debe de", siendo utilizada esta idea para inferirlas. El ejercicio de comparar las creencias inferidas con las auto percibidas es una forma de verificar la consistencia del instrumento empleado con intención de mejorarlo, contribuyendo con ello en los métodos para la investigación sobre creencias.

Los resultados muestran que el uso de las narrativas fue efectivo para inferir determinadas creencias. Con base en los resultados mostrados en la tabla 5, en 6 de los 7 casos la inferencia de los investigadores fue consistente con la auto percepción de los docentes. En 5 casos se coincidió en que los docentes poseen creencias de tipo post dominio y en un caso del tipo exploratorias, ambas respecto al uso de TD. Solamente en un caso no hubo coincidencias entre lo que los investigadores infirieron respecto a lo que el docente declaró percibir en sí mismo. Los investigadores infirieron en el docente 5 creencias post dominio, platonista e instrumentalista mientras que el docente se auto percibió como resolutor de problemas y pre-dominio. Esto quiere decir que los docentes que están a favor del uso de TD antes de que los estudiantes dominen los conceptos matemáticos en forma tradicional.

Ante esta información, dos ideas importantes se advierten. La primera es que el hecho de que destaquen las creencias del tipo post dominio, inferidas por los investigadores, podría deberse a que este tipo de creencia está fuertemente arraigada en los docentes. Esto fue lo primero que se percibió en sus respuestas antes de que fueran expuestos a un marco conceptual sobre creencias. De acuerdo con Philipp (2007), Misfeldt *et al.* (2016) y Thurm y Barzel (2022) algunas creencias pueden estar más fuertemente arraigadas psicológicamente que otras. La segunda idea podría por una parte explicar este resultado, a la vez que destaca una de las limitaciones de este estudio, las características de los docentes participantes. Todos son latinoamericanos y pertenecen a la Generación X, nacidos entre 1965 y 1980, y a los Milenials, nacidos entre 1981 y 1996. De acuerdo con el Pew Research Center (Vogels, 2019), la Generación X creció a medida que la revolución informática se estaba afianzando, y los Milenials llegaron a la mayoría de edad durante la explosión de internet. Esto implica que estuvieron expuestos a un modelo de enseñanza basado en lápiz y papel y posteriormente adoptaron el uso de tecnología digital. Por tanto, este tipo de docentes tienen el reto de romper con el modelo de enseñanza que conocieron para poder innovar en un escenario con tecnología. Estas ideas se documentan en el trabajo de Guin, Ruthven y Trouche (2005). Por lo anteriormente señalado, se requiere realizar estudios con docentes nativos tecnológicos y explorar qué tipo de creencias tienen respecto al uso de TD en la enseñanza de la matemática.

Finalmente, se advierte que el brindar un marco conceptual a los docentes sobre creencias y fomentar la meta reflexión sobre ellas permite hacer explícitas otras creencias que pueden quedar ocultas en una narrativa. En el caso del docente 1, se auto percibe con creencias pre-dominio y exploratorias que no fueron detectadas por los investigadores, pero que podrían esta implícitas en sus declaraciones, por ejemplo, en sus menciones respecto a la modelación matemática.

5. Conclusiones

Este estudio se enfocó en identificar qué tan consistentes son las creencias sobre la matemática y el uso de tecnología digital que los investigadores podían inferir en un grupo de docentes. A través del análisis de sus narrativas, estas se compararon respecto a las creencias que dichos docentes declararon auto-percibir luego de brindarles un marco conceptual sobre el tema. Para abordar la situación se plantearon las preguntas:

1. ¿Qué creencias respecto a la matemática y al uso de TD se infieren en los profesores participantes en el estudio?
2. ¿Qué creencias respecto a la matemática y al uso de TD perciben en sí mismos los profesores participantes en el estudio?
3. ¿Qué tan consistentes son las creencias inferidas por los investigadores en los docentes respecto a las auto percibidas por éstos?

En términos generales, al igual que como ocurrió en el trabajo de Misfeldt *et al.* (2016), las creencias no se delimitan claramente, se mezclan entre sí en los docentes que las manifiestan.

Respecto a la pregunta 1, se encontraron creencias sobre la naturaleza de las matemáticas: platonistas (6 casos), instrumentalistas (5 casos) y resolutor de problemas (4 casos). Respecto al uso de TD en la enseñanza se infirió en 6 de los 7 casos, y un caso del tipo exploratorio.

Respecto a la pregunta 2, con relación a la naturaleza de las matemáticas 3 docentes auto percibieron la creencia instrumentalista, 5 docentes la platonista y resolutor de problemas. Respecto al uso de TD en la enseñanza 5 docentes manifestaron poseer creencias post-dominio, 3 manifestaron tener creencias pre-dominio y 3 docentes creencias exploratorias.

Respecto a la pregunta 3 se dieron las siguientes consistencias entre las creencias inferidas versus las creencias auto percibidas, respecto al uso de TD y a la naturaleza de las matemáticas. Hubo 4 consistencias de creencias post-dominio y resolutor de problemas; hubo 3 consistencias entre creencias post-dominio e instrumentalistas; hubo 3 consistencias entre creencias post-dominio y platonistas; adicionalmente, hubo una consistencia entre creencias exploratorias y platonistas. La creencia con más consistencia entre las inferidas versus las auto percibidas fue la creencia post-dominio, la cual como se discutió en la sección anterior, que podría deberse a las características de los docentes. El aporte a la investigación en esta área de los resultados podría ser que el análisis de la consistencia entre las creencias inferidas versus las creencias auto percibidas revelan las creencias más fuertemente arraigadas psicológicamente en los participantes del estudio. Sin embargo, son necesarias más investigaciones con más y diversos sujetos para valorar el alcance de esta metodología, pues como señala Chinche (2020), los fenómenos sociales nunca se repiten tal como ya han ocurrido, los actores, las circunstancias, intenciones y orientaciones que guiaron la acción ya no son los mismos. Los resultados de este trabajo podrían ser beneficiosos para los docentes y para los posgrados de formación de profesores de matemáticas, pues promueven la reflexión sobre las creencias fuertemente arraigadas, su posible origen, y cómo influyen en su práctica docente.

6. Referencias

- Assude, T., Buteau, C. y Forgasz, H. (2010). Factors Influencing Implementation of Technology-Rich Mathematics Curriculum and Practices. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange (Eds.), *Mathematics Education and Technology– Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study* (pp. 405-423). Springer.
- Azamar, A. (2016). La integración de la tecnología al Sistema Educativo Mexicano: Sin plan ni rumbo. *Rencuentro. Análisis de problemas universitarios*, 28(72), 11-26.
- Chinche, S. M. (2020). Consideraciones generales en torno a la comprensión de la realidad del mundo social. *HUMAN Review*, 9(2), 127-140. <https://goo.su/A0ITVf>
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En P. Ernest (Ed.), *Mathematics Teaching: The State of the Art* (pp. 249-254). Falmer.
- Guin, D., Ruthven, K. y Trouche, L. (Eds.) (2005). *The didactical challenge of symbolic calculators turning a computational device into a mathematical instrument*. Springer.
- Hanzsek-Brill, M. B. (1997). *The relationships among components of elementary teachers' mathematics education knowledge and their uses of technology in the mathematics classroom* [Tesis doctoral]. University of Georgia, Estados Unidos.
- Herfort, J. D., Tamborg, A. L. y Meier, F. (2023). Twenty years of research on technology in mathematics education at CERME: a literature review based on a data science approach. *Educational Studies in Mathematics*, 112(1), 309-336. <https://doi.org/10.1007/s10649-022-10202-z>
- Jankvist, U. T. (2015). Changing students' images of "mathematics as a discipline". *The Journal of Mathematical Behavior*, 38(1), 41-56. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.02.002>
- Misfeldt, M., Jankvist, U. y Aguilar, M. (2016). Teachers' Beliefs about the Discipline of Mathematics and the Use of Technology in the Classroom. *International Society of Educational Research*, 11(2), 395-419. <https://doi.org/10.29333/iejme/341>
- Molina J. G., Rodríguez, M. y Rosas, M. A. (2024). Docentes de matemáticas, sus creencias y su modo de uso de tecnología digital. En D. Caveldilla (Ed.). *Nuevos aprendizajes tecnologizados con aplicaciones culturales y didácticas* (pp. 251-263). Peter Lang.
- Leatham, K. R. (2007). Pre-service secondary mathematics teachers' beliefs about the nature of technology in the classroom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology*, 7(2/3), 183-207. <https://doi.org/10.1080/14926150709556726>
- Philipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257-315). IAP.
- Olive, J., Makar, K., Hoyos, V., Kor, L. K., Kosheleva, O. y Sträßer, R. (2010). Mathematical Knowledge and Practices Resulting from Access to Digital Technologies. En C. Hoyles y J.-B. Lagrange (eds.), *Mathematics Education and Technology– Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study* (pp.133-178). Springer.

- Salazar, C. (2021). ¿Qué aporta la investigación narrativa a los currículos de formación de profesores de matemáticas? *Tecné, Episteme, Didaxis: TED*, 49(1), 107-122. <https://doi.org/10.17227/ted.num48-12375>
- Thurm, D. y Barzel, B. (2022). Teaching mathematics with technology: A multidimensional analysis of teacher beliefs. *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 41-63. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10072-x>
- Tversky, A. y Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124-1131.
- Van Zoest, L. R., Jones, G. A. y Thornton, C. A. (1994). Beliefs about mathematics teaching held by pre-service teachers involved in a first grade mentorship program. *Mathematics Education Research Journal*, 6(1), 37-55. <https://doi.org/10.1007/BF03217261>
- Vogels, E. A. (2019, 19 de septiembre). Millennials stand out for their technology use, but older generations also embrace digital life. Pew Researcher Center. <https://goo.su/UbW7d>
- Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W. y Dick, T. P. (2007). Research on technology in mathematics education: A perspective of constructs. En K. Lester Frank (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 1169-1207). IAP.

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Molina Zavaleta, Juan Gabriel. **Validación:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara; Rosas Mendoza, Miguel Alejandro. **Análisis formal:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara; Rosas Mendoza, Miguel Alejandro. **Redacción-Preparación del borrador original:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel. **Redacción-Re-visión y Edición:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara. **Visualización:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara; Rosas Mendoza, Miguel Alejandro. **Administración de proyectos:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara. **Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Molina Zavaleta, Juan Gabriel; Mayo Juárez Clara; Rosas Mendoza, Miguel Alejandro.

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos: El presente texto surge como parte de dos proyectos financiados por el Instituto Politécnico Nacional de México, "Creencias de profesores y profesoras de matemáticas sobre el uso de herramientas tecnológicas para la enseñanza" con registro SIP20241870 y Análisis cualitativo sobre el conocimiento algebraico de los estudiantes de ingeniería en generalización algebraica, con registro SIP 20242404.

Conflicto de intereses: no existen conflicto de intereses.

AUTOR/ES:**Juan Gabriel Molina Zavaleta**

Instituto Politécnico Nacional/CICATA-Legaria, México.

Maestro en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa por parte del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). Ha sido profesor-investigador en el Programa de Maestría en Ciencias en Matemática Educativa perteneciente al CICATA-IPN desde el 2004 a la fecha. Es autor de artículos y capítulos de libros publicadas en diversas revistas y editoriales.

jmolina@ipn.mx

Índice H: 3

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6547-7131>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54895815300>

Clara Mayo Juárez

Instituto Politécnico Nacional/CICATA-Legaria, México.

Clara Mayo Juárez es de nacionalidad mexicana y es Doctora en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, sus estudios de maestría y doctorado los realizó en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV-IPN). Ha sido profesora de Nivel Superior desde el 2008 impartiendo clases de matemáticas. Actualmente es profesora-investigadora en el Posgrado de Matemática Educativa en el Centro de investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) del IPN. Es autora de Artículos y capítulos de libros publicadas en diversas revistas indexadas de prestigio, también ha participado como ponente en diversos congresos nacionales e internaciones en el área de matemática educativa.

cmayoj@ipn.mx

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0009-4196-3464>

Alejandro Miguel Rosas Mendoza

Instituto Politécnico Nacional/CICATA-Legaria, México.

Profesor investigador del CICATA-Legaria del IPN desde el año 2004. Licenciado en Matemáticas por la Universidad Veracruzana. Maestro en Ciencias por el CINVESTAV-IPN. Doctor en Matemática Educativa por el CICATA-Legaria del IPN. Experiencia docente desde 1990 como profesor de matemáticas en instituciones como Instituto Politécnico Nacional, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Veracruzana, Colegio de Bachilleres del Estado de Veracruz. Ha dirigido proyectos de investigación para Instituto Politécnico Nacional, ITESM, CFE, CONAHCYT, Iusacell.

alerosas@ipn.mx

Índice H: 2

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-3952-5448>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56397817700>