

**IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS
MAESTROS DE MATEMÁTICAS EN EL
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO**

Disertación presentada al
Departamento de Estudios Graduados
Facultad de Educación
Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
como requisito parcial para
obtener el grado de Doctor en Educación

Por
Edilberto Bruno Sierra
© Derechos reservados, 2023

**Disertación presentada como requisito parcial
para obtener el grado de Doctor en Educación**

**IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS
MAESTROS DE MATEMÁTICAS EN EL
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO**

EDILBERTO BRUNO SIERRA

MA en Artes de la Educación
Caribbean University, 2007

BA en Artes en Educación Secundaria en Matemáticas
Universidad Interamericana, 1997

Aprobado el 3 de mayo de 2023 por el Comité de Disertación

Omar A. Hernández Rodríguez, Ed. D.
Director de Disertación

Eduardo Suárez Silverio, Ph. D.
Miembro del Comité de Disertación

Juan P. Vázquez Pérez, Ph. D.
Miembro del Comité de Disertación

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios por ofrecerme toda la paz espiritual y paciencia durante todos estos años para terminar este doctorado. En segundo lugar, lo quiero dedicar a mis hijos Yessei E. Bruno Rosado, Yaill E. Bruno Rosado, a mi madre Carmen A. Sierra Cabrera, a mi padre Edilberto Bruno Rodríguez y a la madre de mis hijos, Vivian Rosado Bruno. Gracias a su apoyo y confianza pude terminar esta meta que me tracé hace un tiempo.

También quiero dedicar este trabajo a todos mis maestros de infancia, muy en especial a Mrs. Jiménez (maestra de primer grado), Mrs. Meléndez (maestra de kindergarden) y a todos mis compañeros de kindergarden. Finalmente, no puedo dejar a los demás bandidos como nos llamaba el Dr. Jorge López Fernández, Canales, Ángel (Fonsi) y Juan Carlos. Gracias a todos por ser parte de este logro en mi carrera profesional.

RECONOCIMIENTOS

Deseo reconocer a todo el comité de mi disertación, al Dr. Eduardo Suárez Silverio, al Dr. Omar Hernández Rodríguez y al Dr. Juan P. Vázquez Pérez por la ayuda y apoyo durante todo el proceso de redacción y revisión de este trabajo. Por otro lado, quisiera hacer un reconocimiento póstumo y muy especial al Dr. Jorge López Fernández por su gran dedicación y voluntad para desarrollar maestros de matemáticas reflexivos y asertivos.

RESUMEN

IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS MAESTROS DE MATEMÁTICAS EN EL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO

Edilberto Bruno Sierra

Director de Disertación: Dr. Omar Hernández Rodríguez, Ed. D.

En esta investigación se determinó el nivel de idoneidad de los maestros de Matemáticas de una región educativa del Departamento de Educación de Puerto Rico. Además, se estableció la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas; y la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes. La idoneidad didáctica se define como el grado en que dicho proceso reúne ciertas características de calidad que permiten calificarlo como óptimo (Godino et al., 2023).

El instrumento que se utilizó fue un cuestionario diseñado por el investigador, con preguntas cerradas con escala Likert, que pretendían determinar los niveles de competencia y capacidad de un maestro en un proceso de instrucción, según las dimensiones determinadas por Godino (2013). El cuestionario se administró de forma digital a maestros de Matemáticas de nivel secundario del área norte de Puerto Rico. Para analizar la información se utilizaron estadísticas descriptivas y pruebas estadísticas (inferencias) como la prueba t , ANOVA de una vía, correlación bivariante (r de *Pearson*) y correlación monótona (ρ de *Spearman*).

Se encontró que el 51.8% de los participantes obtuvo un nivel de idoneidad medio u alto, la mayoría tenían creencias instrumentalistas y los participantes tenían un nivel de procesos reflexivos entre medio o bajo. Mientras que en las pruebas para inferencias se

encontró que hay diferencias en los niveles de idoneidad de los maestros por los años de servicio y por el grado en que enseñan. Por otro lado, se encontró que no existe relación entre la variable de idoneidad didáctica y las creencias. Finalmente, se encontró que existe una relación estadísticamente significativa entre los niveles de idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes.

La información se recopiló durante marzo y abril de 2022, inmediatamente después de un año escolar complicado para los maestros, por las secuelas de la pandemia y los posibles efectos sobre su percepción. De todas formas, se recomienda un análisis minucioso de los currículos de formación de maestros de matemáticas, los procesos de certificación y la implementación de seminarios profesionales para poder mejorar las competencias de idoneidad didáctica de los maestros de matemáticas de nivel secundario.

SUMMARY

DIDACTIC SUITABILITY, BELIEFS AND REFLECTIVE PROCESSES OF MATHEMATIC TEACHERS' IN THE PUERTO RICO DEPARTMENT OF EDUCATION

Edilberto Bruno Sierra

Dissertation Director: Dr. Omar Hernández Rodríguez, Ed. D.

In this research, the level of suitability of Mathematic teachers in an educational region of the Department of Education of Puerto Rico was determined. In addition, the relationship between didactic suitability and beliefs about mathematics was established, and the relationship between didactic suitability and the reflective processes of the participating teachers. Didactic suitability is defined as the degree to which this process meets certain quality characteristics that allow it to be qualified as optimal (Godino et al., 2023).

The instrument used was a questionnaire designed by the researcher, with closed questions with Likert scale, which aimed to determine the levels of competence and capacity of a teacher in an instructional process, according to the dimensions determined by Godino (2013). The questionnaire was administered digitally to high school math teachers in the northern area of Puerto Rico. Descriptive statistics and statistical tests (inferences) such as the t-test, one-way ANOVA, bivariate correlation (*Pearson's r*) and monotone correlation (Spearman's rho) were used to analyze the information.

It was found that 51.8% of the participants obtained a medium or high level of suitability, most had instrumentalist beliefs and the participants had a level of reflective processes between medium or low. While in the tests for inferences it was found that there are differences in the levels of suitability of teachers by the years of service and by

the degree to which they teach. No differences were found in suitability by gender, or the level taught by teachers. On the other hand, it was found that there is no relationship between the variable of didactic suitability and beliefs. Finally, it was found that there is a statistically significant relationship between the levels of didactic suitability and the reflective processes of the participating teachers.

The information was collected during March and April 2022, immediately after a complicated school year for teachers due to the aftermath of the pandemic and that this situation has affected their perception of their suitability. However, a thorough analysis of mathematics teacher training curricula, certification processes, and the implementation of professional seminars is recommended to improve the didactic suitability competencies of secondary level mathematics teachers.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Trasfondo	1
Planteamiento del problema	4
Propósitos	8
Preguntas de investigación	8
Justificación	8
Marco conceptual.....	11
Definición de términos.....	17

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes.....	19
Marco Teórico.....	24
Idoneidad didáctica	24
Formación de docentes.....	29
Creencias de los maestros de Matemáticas	35
Procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas	40
Enfoque Onto-semiótico.....	48
Resumen	50

CAPÍTULO III. MÉTODO

Introducción	53
Metodología	55
Diseño.....	55
Procedimiento.....	56

Aspectos administrativos.....	56
Población, escenario y muestreo.....	57
Población	57
Escenario	57
Participantes	58
Recopilación de datos	58
Cuestionario	58
Descripción del contenido	59
Descripción del proceso de administración	62
Evidencias para la validez de las inferencias	63
Análisis de los datos.....	65
Aspectos Éticos.....	67

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Introducción	68
Descripciones generales	69
Evidencias para la validez de las inferencias	69
Descripción de los participantes	71
Exposición de resultados	75
¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de DEPR?	75
¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?	78
¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de	

idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de matemáticas del DEPR?	82
¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del DEPR?	84

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Introducción	88
Conclusiones generales	89
Primera pregunta de investigación	89
Segunda pregunta de investigación	90
Tercera pregunta de investigación	91
Cuarta pregunta de investigación	91
Interpretación de los resultados	92
Limitaciones de la investigación	97
Recomendaciones	98
Sugerencias para estudios futuros	99
Recomendaciones para maestros de matemáticas	101
REFERENCIAS	104

APÉNDICES

- Certificado de Collaborative Institutional Training Initiative (CITI Program) 116
- Cuestionario sobre la Idoneidad didáctica, Creencias y Procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del Departamento de Educación.... 118

- Planilla de especificaciones para evaluar el cuestionario 123
- Autorización del protocolo por el comité institucional para la protección de los seres humanos en la investigación (CIPSHI) 128
- Autorización para llevar a cabo una investigación en las escuelas del Departamento de Educación de Puerto Rico 130
- Convocatoria a maestros de matemáticas de la Oficina Regional Educativa de Arecibo para participar en investigación titulada Idoneidad didáctica, Creencias y Procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico 134
- Recordatorio a maestros de matemáticas de la Oficina Regional Educativa de Arecibo para participar en investigación titulada Idoneidad didáctica, Creencias y Procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico 136
- Resumen Biográfico de Edilberto Bruno Sierra 138

LISTA DE TABLAS

- Instrumento dirigido a maestros de Matemáticas del DEPR sobre procesos reflexivos, creencias e idoneidad didáctica..... 60
- Interpretación de las variables mediante las puntuaciones obtenidas 61
- Alineación de los propósitos, preguntas y análisis estadísticos 66
- Consistencia de la estructura interna del cuestionario 70
- Participantes del estudio según el género72
- Años de servicio de los participantes72
- Grado en el que ofrecen los participantes el curso de matemáticas por sexo 73
- Frecuencia respecto a las creencias de los participantes 74
- Frecuencia combinada entre variables 74
- Frecuencias de los niveles de Idoneidad didáctica 76
- Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y género 76
- Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y los años de Servicio de los participantes 77
- Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y grados en los que ofrece el curso de matemáticas77
- Prueba t para la idoneidad didáctica y el género de los participantes 79
- Prueba ANOVA de una vía para la idoneidad didáctica y los años de servicio de los participantes 80
- Pruebas Post hoc para la idoneidad didáctica entre los años de servicio de los participantes 80
- Prueba t para la idoneidad didáctica y el grado en el que ofrece la asignatura de matemática 82
- Tipo de creencia de los participantes82
- Frecuencias cruzadas entre el nivel de Idoneidad didáctica y el tipo de creencia 83
- Coeficiente de Spearman para la idoneidad didáctica y el tipo de creencia 84
- Frecuencia cruzada entre el nivel de idoneidad didáctica y el nivel de procesos reflexivos 85
- Coeficiente de Spearman rho para la idoneidad didáctica y los

procesos reflexivos	86
• Coeficiente de correlación R_{xy} de Pearson para la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos	87

LISTA DE FIGURAS

- Facetas de la Idoneidad Didáctica (Godino, 2011) 25
- Facetas y niveles de análisis didáctico (Godino, 2011)26
- Facetas y componentes del conocimiento docente (Godino & Batanero, 2017)50

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo

La idea de realizar esta investigación surge de la percepción de que la formación del investigador como docente de Matemáticas no fue una democrática, que no le permitió adquirir las competencias necesarias para enseñar matemáticas, esto significa, que no se le ofrecieron las condiciones pertinentes para que lograra la idoneidad matemática. Hoy día se sabe que para alcanzar la idoneidad como docente son esenciales la modificación de creencias y el fortalecimiento de los procesos reflexivos.

Ingresé como maestro en el Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) en el año 2000. Meses después, el Congreso de los Estados Unidos inició la discusión de una reforma educativa que concluyó como la ley *No Child Left Behind* (NCLB), firmada por el presidente George W. Bush en los albores del 2002. La ley pretendía cerrar la evidente brecha académica entre diversos grupos de alumnos. Además, instauraba un sistema de rendimiento de cuentas caracterizado por el establecimiento de estándares y sistemas de avalúo que determinarían el logro de las metas educativas. Por otro lado, expandía la injerencia federal en la educación por medio de la financiación a los Estados, incluyendo a Puerto Rico, con la condición de emplear pruebas estandarizadas anuales, reportar los resultados, garantizar el progreso académico y elevar la calidad de los maestros (NCLB, 2001).

Puerto Rico tuvo que acatar las metas inalcanzables de facilitar que el 100% de sus alumnos satisficiesen en el 2013-2014 el nivel mínimo establecido en lectura, matemáticas y ciencias para graduarse de escuela superior. Esto condujo a que las

Regiones Educativas y los Distritos Escolares implantaran reformas buscando elevar los resultados de los estudiantes en las pruebas estandarizadas. Los docentes se vieron en la necesidad de preparar a los estudiantes para contestar correctamente, y no así para entender las ideas matemáticas. A pesar de los innumerables talleres de desarrollo profesional dirigidos a los maestros, los resultados de los estudiantes no mostraron cambios significativos. El compromiso para reducir o eliminar las brechas de aprovechamiento por razón de idioma, raza, etnia, condición económica y discapacidad nunca fue alcanzado.

Ante estos problemas y el fracaso de la Ley *No Child Left Behind* se creó la nueva ley *Every Student Succeeds Act* (ESSA), firmada por el presidente Barack Obama en el 2015.

En dicha ley se estableció:

- promover la equidad en los estudiantes desfavorecidos.
- enseñar y preparar a los estudiantes para el campo laboral.
- asegurar que todos los componentes de las escuelas, y las evaluaciones que miden el progreso, estén destinadas a lograr dicha meta.
- apoyar y estimular la innovación local.
- ampliar el acceso a una educación de alta calidad.

Con esta nueva ley se pretendía atemperar los objetivos de la ley al contexto político, cultural y educativo (Ramírez-Soto, 2015). Se pretendía satisfacer las necesidades específicas de cada comunidad estudiantil que no fueron consideradas al implantar la ley NCLB y que posiblemente fueron las causantes de su fracaso.

Sin embargo, los logros no fueron los esperados, posiblemente porque no se ha logrado una verdadera transformación en los maestros. En 1989 el *National Council of*

Teachers of Mathematics (NCTM) sostuvo que los estándares por sí solos no enseñan, enseñan los profesores, los docentes. Es impermissible que haya una falla entre los procesos y las posturas que asumen las instituciones, los padres, los alumnos y los profesionales de la didáctica matemática. Es impensable la promulgación de prácticas, políticas y la ausencia de acciones requeridas para su implementación. Las políticas y programas de vanguardia pretenden remover las barreras que promovieron el énfasis en la memorización, los procedimientos sin significados, la desconexión con la realidad de los alumnos y el bloqueo al acceso a los recursos tecnológicos. Incluso, para obtener un desarrollo profesional de alta calidad, son relevantes el trabajo colaborativo y una gran diversidad de recursos vitales.

Los docentes deben integrar en la didáctica matemática las siguientes prácticas: establecer metas matemáticas centradas en el aprendizaje, implementar tareas para inducir el razonamiento y la resolución de problemas, utilizar y relacionar representaciones matemáticas, facilitar un discurso matemático significativo, proponer preguntas con propósitos, lograr competencias procedimentales desde la comprensión conceptual, apoyar el esfuerzo productivo en el aprendizaje de las matemáticas y, finalmente, obtener evidencias del pensamiento de los estudiantes (NCTM, 1989). Estas prácticas son indispensables para alcanzar la idoneidad didáctica, como establecieron (Godino et al., 2013). La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción, según Godino et al. (2007) se definió como el grado en que dicho proceso, o parte de este, reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo y adecuado (de calidad) para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes

(aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno).

Planteamiento del problema

Los docentes de Matemáticas, en opinión del investigador, durante su preparación académica a nivel de bachillerato, no recibieron una formación oportuna y no fueron expuestos a experiencias que le permitieran el desarrollo de la idoneidad didáctica. Para tener esta competencia se deben poseer procesos de reflexión en la acción, durante la acción y sobre la acción (Schön, 1994). Estos procesos reflexivos se ven afectados cuando las experiencias del futuro docente de matemáticas estuvieron cimentadas en procesos mecánicos y de memoria; y no con énfasis en la conceptualización y el análisis reflexivo de las experiencias (Ball et al., 2005).

Acorde a la experiencia del investigador, persisten deficiencias en la adquisición de las competencias de los procesos de reflexión, lo cual interfiere con la modificación de las creencias. En el caso del investigador, la institución universitaria que le proporcionó las herramientas para completar el bachillerato en educación secundaria de matemáticas (maestro de matemáticas) estaba acreditada y contenía un currículo completo, sin embargo, no le facilitó los instrumentos esenciales y efectivos para desarrollar la competencia reflexiva sobre las matemáticas.

Godino (2011) planteó el concepto de idoneidad didáctica, proveniente de Europa, como paralelo a las prácticas necesarias por un docente expuestas por el NCTM en el 1989. La idoneidad didáctica se compone de seis facetas: afectiva, cognitiva, ecológica, epistémica, interaccional y mediacional. Para el NCTM un maestro altamente calificado cumple con una preparación académica y la aprobación de una prueba estandarizada,

pero la idoneidad didáctica es un concepto mucho más amplio, donde el maestro necesita otras competencias para adquirir un nivel alto (calidad) en las facetas de la idoneidad didáctica. Estas facetas serán explicadas en el capítulo dos.

Un maestro con alta idoneidad didáctica en las matemáticas exhibe un nivel de competencia en los procesos reflexivos y habilidad para modificar creencias. Estas competencias van más allá de una certificación en el área de la didáctica matemática. Es imperante disponer de competencias reflexivas en la modificación de prácticas, configuraciones (forma en la que se representan los conceptos matemáticos) y normas de las matemáticas (Godino et al., 2013). Según NCLB el maestro altamente cualificado (alto nivel de idoneidad didáctica, Godino et al., 2007) posee: (a) bachillerato en la materia que enseña, (b) certificación del estado donde enseña y (c) muestra conocimiento sobre la materia que enseña. Sin embargo, un maestro altamente cualificado no implica que sea altamente competente. Para el NCTM proyectar un alto nivel de competencia es demostrar vastos conocimientos en la materia que enseña con créditos graduados o evidenciar un diploma a nivel graduado de una institución acreditada en educación (NCLB, 2001).

En 1989 el NCTM mencionó que para implementar currículos y estándares se necesitan maestros debidamente adiestrados, con un amplio potencial de los temas que precisa enseñar y un alto nivel reflexivo. Por lo tanto, los maestros que se formaron en la década de los 90 son producto de los maestros de esa época y a la vez son los que están enseñando actualmente y esto implica que, de no romper el ciclo, se seguirán arrastrando las deficiencias cognitivas de destrezas relevantes en la conceptualización matemática. Para resolver este desfase se impulsan las matemáticas a un nivel más profundo, no solo

para solucionar problemas con algoritmos de forma confiable, sino para desarrollar los procesos de reflexión, razonamiento y análisis. Las instituciones formadoras de maestros de Matemáticas deben ser las responsables de desarrollar en los futuros docentes el más alto nivel de reflexión posible y la capacidad de modificación de creencias.

Argyris y Schön (1996) y Mezirow (1990) establecieron los fundamentos de la práctica reflexiva como la capacidad de desarrollar el conocimiento en la acción, reflexionar en y durante la acción, reflexión sobre la acción y sobre la reflexión en la acción. Del mismo modo, Schön (1994) amplió su investigación sobre educación profesional con énfasis en desenterrar supuestos más profundos, distinguiendo entre reflexión en acción y reflexión sobre la acción. La reflexión en acción es el pensamiento que decidimos accionar mientras estamos involucrados en una situación, durante el cual comprendemos lo que somos, pensamos, sentimos y hacemos. Mientras que la reflexión sobre la acción tiene lugar algún tiempo después, cuando consideramos los eventos que tuvieron lugar y recordamos lo que estábamos pensando, sintiendo y haciendo. A través de esta práctica reflexiva como marco de aprendizaje se pueden deconstruir y reconstruir conceptos u objetos matemáticos para comprenderlos.

Ball et al. (2005) indicaron que se tienen que educar seres pensantes, reflexivos y capaces de modificar creencias, de esta forma, avanzarán en los niveles del conocimiento matemático. Esto le permitirá tanto al docente como al discente transformar el objeto de conocimiento en un recurso útil para resolver situaciones reales. El convencimiento de que la reflexión es un recurso indispensable en la idoneidad didáctica de la matemática que cada cual tiene como profesional de la educación y a su vez será la matriz generadora de un cambio social y cultural imprescindible en nuestro sistema educativo actual. En

1989 la NCTM señaló la imperiosidad de cambios inminentes en la preparación de maestros y en su proceso se desarrollarán docentes con reflexión pedagógica capaces de interactuar en las comunidades profesionales mediante la adquisición de competencias altas en el proceso de la didáctica matemática. En el 2014 el NCTM señaló que “el propósito principal de los principios para las acciones es llenar la brecha entre la adopción rigurosa de estándares y la promulgación de prácticas, políticas, programas y acciones necesarias para implementación exitosa de esos estándares” (NCTM, 2014, p. 9).

El aspecto epistemológico y la capacidad de transformarlo ante las necesidades que nos enfrentamos se convertirá en el verdadero poder de un maestro con altos niveles de competencia en la idoneidad didáctica de las matemáticas. Esto ocurrirá mediante el diseño y evaluación de currículos en una forma efectiva, democrática y que, a la vez, contemple las demandas de cada individuo involucrado en el mismo (Ortiz, 2017).

Es necesario reconocer que las creencias de los maestros sobre los procesos de enseñanza y de las matemáticas como una disciplina, nacieron de las experiencias obtenidas como estudiantes, específicamente en la escuela superior. No obstante, estas creencias se reafirmaron en los años universitarios (Álvarez, 2012; Colón, 2005). Hidalgo et al. (2015) indicaron que los futuros maestros de matemáticas no vienen con un vacío, sino que ya tienen unas experiencias fundamentadas en sus creencias, las que pueden ser obstáculos en los procesos de la formación inicial de los docentes. En efecto, la preparación inicial es el marco indicado para identificar los distintos sistemas de creencias del futuro docente, los cuales deben ser modificados en cursos específicos de formación.

Propósitos

Como parte de los propósitos de esta investigación se determinó el nivel de idoneidad de los maestros de Matemáticas de una región educativa del Departamento de Educación de Puerto Rico. Además, se determinó si existen diferencias entre la idoneidad didáctica y las variables sociodemográficas, la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas y, por último, la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes en la investigación.

Preguntas de investigación

A tales efectos las preguntas de investigación fueron las siguientes:

- ¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de Matemáticas del DEPR?
- ¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?
- ¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR?
- ¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros de Matemáticas del DEPR?

Justificación

Fue crucial realizar esta investigación, ya que, en esta época, enseñar matemáticas es un proceso complejo. La complejidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de matemáticas se ha agudizado ante la escasez de maestros de Matemáticas y las diversas formas de comunicación con los estudiantes (e.g., clases virtuales). Esta problemática de comunicación responde a los diferentes fenómenos atmosféricos (i.e., terremotos,

tormentas, huracanes y situaciones de la pandemia) ocurridos en Puerto Rico en los últimos años. Ante estas situaciones un maestro debe contar con la competencia de idoneidad didáctica, de tal manera, que sus reflexiones y sus conocimientos se fundamenten en aspectos cualitativos con enfoque social y constructivista en las diversas facetas de la idoneidad didáctica (Godino et al., 2007). Para medir esto en la investigación se analizaron aspectos cuantitativos u estandarizados donde se establecieron las empíricas para los niveles de idoneidad didáctica, los niveles de los procesos reflexivos y las categorías de las creencias. No se puede pasar por alto que la idoneidad didáctica es una de carácter cualitativo. En una conversación con Godino en marzo de 2021, él manifestó lo siguiente:

Como habrás podido leer en los artículos donde hemos descrito la noción de idoneidad no hemos dado énfasis a la “medida” cuantitativa de la idoneidad didáctica de un proceso instruccional. Hemos considerado que es preferible pensar en un uso más bien cualitativo, como un recurso para la reflexión sistemática sobre las diferentes facetas y componentes. (Godino, comunicación personal, 9 de marzo, 2021).

Godino et al. (2007) afirmaron que el maestro en formación, al iniciar sus estudios, en sus años de estudiante, adquiere conocimientos y creencias de su campo, las cuales, solidifica y depura durante su preparación académica a nivel de bachillerato. Finalmente, su nuevo conocimiento se convierte en la información que se transmitirá a sus estudiantes, según su necesidad. Para conseguir un alto grado de conocimiento, el maestro debe efectuar un proceso continuo de transformación mediante la autorreflexión de la práctica y la modificación de creencias para aumentar su intelecto (Godino et al., 2007). En otras palabras, las necesidades de los individuos se suplen durante la conversión de la materia en elementos requeridos por la sociedad. El maestro que

incremente su conocimiento y logre transformar su didáctica, obtendrá un mejor desempeño, es decir, un mayor banco de recursos y estrategias necesarias para un proceso de enseñanza y aprendizaje efectivo.

Por tanto, esta investigación novel pretendió determinar los niveles de idoneidad de la didáctica matemática de forma cuantitativa que poseen los maestros de matemáticas del de una región del norte del DEPR, pues Godino et al. (2013) enfatizaron en la necesidad del maestro en conocer qué aspectos de la pedagogía matemática establecidos en las facetas de la didáctica matemática precisan optimizarse. Mediante una autorreflexión, el investigador comprende que el maestro activo enfrenta un constante reto cognitivo tanto en la etapa de formación, como en la del maestro activo. Posiblemente estos retos se agudicen ante la falta de eficacia de las normativas y las políticas públicas de las instituciones formadoras y el DEPR respectivamente. Es muy probable la conceptualización de una realidad subjetiva ante los ojos del futuro docente como discente y una objetiva desde la visión institucional. Este señalamiento implica que el futuro docente ingresa a la universidad con unos presupuestos inculcados por los maestros de escuelas secundarias, irrefutables para estos, mientras que el docente activo es para ellos, según su percepción, el perito en matemáticas. Ante esta posible divergencia de visiones, las creencias como recursos en el desempeño práctico de ambas partes, entran en una confrontación sobre la eficacia de las prácticas, tanto en la fase de formación, como la de maestro activo en la cual persiste una incógnita sobre los procesos reflexivos, la modificación de creencias y la idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas activos.

Asimismo, a través de los resultados de esta investigación, se esperó que las instituciones formadoras de docentes de Matemáticas y el DEPR, analicen los resultados obtenidos y desarrollen políticas y currículos que permitan el desarrollo de los procesos reflexivos para adquirir la idoneidad didáctica de la matemática. En 1989 el NCTM mencionó que todas estas prácticas (i.e., establecer metas matemáticas centralizadas en el aprendizaje, implementar tareas que promuevan el razonamiento y la resolución de problemas, usar y relacionar representaciones matemáticas, facilitar un discurso matemático significativo, proponer preguntas con propósitos, lograr competencias procedimentales desde la comprensión conceptual, apoyar el esfuerzo productivo en el aprendizaje de las matemáticas (obtener y utilizar evidencias del pensamiento de los alumnos) centradas en los principios de acción en la instrucción matemática. Estas prácticas precisan exponer una manera de abordar las creencias productivas e improductivas pertenecientes a una apreciación realística de los obstáculos a los cuales se enfrentan, así como sugerencias para superar tales obstáculos. Por ende, en esta toma de decisiones no es transable la comprensión de los conceptos matemáticos y el entendimiento de los futuros docentes de Matemáticas.

Marco conceptual

El concepto idoneidad (“idóneo”) es un adjetivo que deriva del latín *idoneus* que indica todo aquello que posee buena disposición o suficiencia para una cosa, revela a un individuo que posee ciertas condiciones o habilidades que son esenciales para desempeñar las funciones de una profesión o trabajo. Sin embargo, en la investigación, aunque lo idóneo es inherente a lo ideal el mismo será establecido por los planteamientos de Godino (2009). La idoneidad didáctica matemática se refiere a los niveles de

competencia y capacidad (calidad) de un maestro en un proceso de instrucción sistémico mediante la reflexión y el análisis de la práctica (Godino et al., 2006).

El maestro activo con altos niveles de competencia debe tener una visión clara de las metas que pretende alcanzar, flexibilidad a la hora de evaluar los estudiantes y comprender cómo adaptar el material para que estos adquieran el conocimiento (Kilpatrick et al., 2001). En efecto, escucharlos y reconocer su manera de razonar facilita la corrección mediante un proceso reflexivo de los errores cometidos en la solución de problemas: ésa es la base para redirigir el aprendizaje. En resumen, el docente debe desplegar una amplia gama de recursos para lograr la competencia del conocimiento matemático.

Castro Gordillo y Velásquez Echevarría (2014) señalaron el alcance de la idoneidad didáctica en contextos de los maestros en formación inicial para asumir sus labores docentes. Enfatizaron que los saberes disciplinares y didácticos son insuficientes para satisfacer el reto de las matemáticas. Indicaron la importancia de la interacción entre el aspecto cognitivo con las otras cinco idoneidades presentadas por Godino en el Enfoque Onto-semiótico (EOS), a saber, la idoneidad ecológica, interaccional, epistémica, afectiva y mediacional. Es imprescindible que este proceso se efectúe, porque el entorno sociocultural afecta las creencias del docente y su ejecución. Esta situación acontece cuando las instituciones educativas enfatizan los aspectos cognitivos pedagógicos y de la disciplina, dejando a un lado la parte de realizar, convivir y reflexionar para convertirse en un ente efectivo en la didáctica matemática (Fernández et al., 2009).

Godino et al. (2023) señalaron el valor de la articulación sistemática de las diferentes dimensiones de la idoneidad didáctica planteadas en el Enfoque Onto-semiótico. El

concepto de la idoneidad didáctica es uno holístico (compuesto por seis dimensiones o facetas) estas dimensiones interactúan dentro del proceso de instrucción para alcanzar la calidad didáctica deseada. A continuación, se desglosan y se mencionan brevemente los aspectos que comprenden cada faceta:

- Faceta epistémica: Significado institucional planificado o implementado para un determinado contenido matemático (problemas, procedimientos, conceptos, propiedades, lenguaje, argumentos) o alguno de sus diferentes significados parciales.
- Faceta ecológica: Relaciones del contenido con otros temas y con los entornos sociales, políticos y económicos que apoyan y condicionan la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Faceta mediacional: Recursos materiales y tecnológicos disponibles para la enseñanza y posibles formas de utilizarlos, así como el tiempo asignado al estudio.
- Faceta interaccional: Organización del discurso en el aula y las interacciones entre el profesor y los alumnos, dirigidas al logro de los objetivos educativos, teniendo en cuenta las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y la negociación de significados.
- Faceta cognitiva: Niveles de desarrollo, comprensión y competencia matemática de los estudiantes (significados personales), dificultades y errores respecto al contenido pretendido.
- Faceta afectiva: Emociones, actitudes, creencias, valores, intereses y necesidades de los estudiantes respecto a los contenidos y al proceso de estudio.

Con relación a las creencias Moreno (2000) y Pehkonen (2006) señalaron que las creencias son conocimientos subjetivos, poco elaborados, generados a nivel particular por cada persona para explicarse y justificar sus acciones. Las creencias no se fundamentan sobre la racionalidad, se fundamentan sobre los sentimientos, las experiencias y la ausencia de conocimientos específicos del tema presente, lo que las vuelve muy consistentes y duraderas para cada individuo. De manera específica, Pehkonen (2006) relacionó las creencias con las concepciones; las define como las creencias conscientes, por tanto, las concepciones comprenden un subgrupo de las creencias.

Desde otra perspectiva, Hidalgo et al. (2015) consideraron las creencias matemáticas como aquellas que forman parte del conocimiento perteneciente al dominio cognitivo y se componen de elementos afectivos, evaluativos y sociales, con una fuerte estabilidad. Dicho conocimiento matemático está basado en la experiencia. Las creencias pueden mantenerse con variados grados de convicción y no son consensuales. Contrario al conocimiento, la creencia posee la connotación de la disputabilidad (cada individuo adquiere una creencia): mientras que el conocimiento satisface una condición de verdad, la creencia es independiente de su validez. Se enfatiza que la formación inicial del futuro maestro es el marco adecuado para la identificación y consolidación de sus diversos sistemas de creencias matemáticas.

Finalmente, Quintana (2001) manifestó que las creencias son solo reales en el ámbito de la razón, por ello no constituyen un elemento de conocimiento. Además, dimanar de los sentimientos y los deseos. Ambos incluyen las necesidades y las conveniencias del sujeto al momento de surgirle el impulso interior de creer en algo o en alguien, de la sociedad y la cultura ambiental que influyen en su aprendizaje y median a través de la

aculturación o la enculturación de los sujetos. Aunque, por otra parte, se aferre a ellas por este impulso, recién mencionado, y la voluntad de creer, puesto que los sujetos son influenciables, poseen decisiones preferenciales en función de su personalidad y de su libertad. En el capítulo 3 se explicarán en detalles cómo se medirán las variables idoneidad didáctica, creencias y los procesos de reflexión.

Además, Godino et al. (2013) establecieron que debe mantenerse una separación entre la formación de la matemática y la formación de la didáctica matemática. Indicaron que se garantizaría al maestro activo conservar recursos en la materia de las Matemáticas, como en el área de la didáctica, de modo que se complementen en la idoneidad didáctica. Ante estos planteamientos señalaron la necesidad de trabajar estos aspectos en la preparación de los futuros docentes, tanto en la parte cognitiva de las matemáticas como en su parte pedagógica o didáctica. Por consiguiente, la imbricación de estas dos facetas, la cognitiva y la didáctica matemática, llevarán al futuro docente a una mejor comprensión del proceso de la didáctica matemática mediante una reflexión profunda, transformando las creencias erráticas y permitiendo la interacción de las distintas dimensiones planteadas en el EOS.

Desde una perspectiva similar, Fandiño (2006) indicó que la formación de docentes se debe centrar en el triángulo didáctico de las matemáticas, priorizando al docente, al estudiante y al conocimiento. En este triángulo el conocimiento profesional del docente procura desarrollar la didáctica específica, la modificación de creencias ideológicas y la reflexión de las experiencias cotidianas para alcanzar la adquisición del conocimiento indispensable en el saber curricular. El planteamiento de Fandiño (2006) conllevó el desarrollo y la planificación de diferentes actividades que le concedan al docente en

servicio evaluar el conocimiento que sus estudiantes adquieren en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, lo cual se contextualizaría, considerando los distintos aspectos sociales y las necesidades particulares de cada uno de los miembros de la comunidad de aprendizaje. También Fandiño caracterizó la reflexión como el dominio tácito del conocimiento que no se adquiere en la teoría. Pues, a través de esta, el docente explica su trabajo sobre la base de sus propias convicciones, o del conocimiento estratégico, a veces teórico y en otros casos práctico. Este conocimiento evoluciona y, como no es técnico, necesita la capacidad de decisión, autonomía y la capacidad de reflexión crítica por parte del docente. Fandiño añadió que es obligación del maestro convertirse en un profesor competente. Define el concepto “profesor competente” como una persona que desea inventar algo y que una vez satisfechas sus inquietudes, surgen nuevas necesidades e interrogantes para trabajar las mismas, que igualmente mantendrán el instinto antropológico profesional del docente de Matemáticas.

Por tanto, fue trascendental el proceso de reflexión en la práctica docente para alcanzar altos niveles de idoneidad didáctica (Chamoso et al., 2012; Chandia et al., 2016; Godino et al., 2013; Kilpatrick et al., 2001; Kirshner, 2002). En términos generales, el desarrollo de esta destreza en los maestros de formación inicial está ausente dentro de sus prácticas. Para desarrollar estas destrezas en ellos es menester establecer criterios e indicadores en los cursos de formación de docentes fundamentados en la reflexión de la didáctica matemática (Beltrán-Pellicer et al., 2018).

Varios autores (Beltrán-Pellicer et al., 2018; Schön, D., 1983; Seckel, M.J., Font, 2015) indicaron la importancia de enseñar a reflexionar sistemáticamente en los

programas de formación de maestros. Sin embargo, se excluye en Puerto Rico el tema de la reflexión como estudio en el currículo de formación de maestros de Matemáticas.

Definición de términos

- Creencias – conocimientos subjetivos, generados a nivel particular por cada individuo, para explicar y justificar sus acciones. Las mismas no se fundamentan sobre la racionalidad, sino sobre los sentimientos, las experiencias y la ausencia de conocimientos específicos (Moreno, 2000). En esta investigación las creencias se determinaron mediante los ítems 44-61 del cuestionario (Apéndice B) administrado a los participantes. La variable fue de carácter nominal y los participantes se clasificaron según estipulado en la Tabla 2 del capítulo III.
- Docente – alude a la persona que se dedica profesionalmente a enseñar o realizar tareas asociadas a la enseñanza o la educación. Es frecuente que se use la palabra docente como sinónimo de maestro o profesor (Real Academia de la Lengua Española, 2014). Este concepto se usará como sinónimo de maestro activo en el estudio.
- Idoneidad didáctica – El grado en que el proceso de instrucción reúne ciertas características de calidad que permiten calificarlo como óptimo o adecuado para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles del entorno (Godino et al., 2017, p. 101). En esta investigación se determinó la idoneidad didáctica de los participantes mediante sus respuestas a las preguntas 4 a 29 y se interpretan según indicado en la Tabla 2 del capítulo III.

- Maestros Activos – Personas que trabajan ofreciendo matemáticas en el DEPR al momento de la recolección de datos (marzo y abril, 2022) y poseen al menos un grado de bachillerato en educación (en matemáticas) de una institución superior; el término maestro se utilizará como sinónimo de docente.
- Procesos de reflexión – “una continua interacción entre el pensamiento y la acción”; presenta al *práctico reflexivo* como la persona que “reflexiona sobre las comprensiones implícitas en la propia acción, que las hace explícitas, las critica, reestructura y aplica en la acción futura” (Schön, D., 1983, p. 50). En esta investigación se determinaron los procesos reflexivos mediante los ítems 30 al 43 del cuestionario y se interpretaron según se estipula en la Tabla 2 del capítulo III.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Introducción

En este capítulo se presentan diversas afirmaciones ofrecidas por diferentes autores respecto a la idoneidad didáctica, las creencias y los procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas.

El propósito de la revisión literaria fue analizar las argumentaciones planteadas por distintos autores referentes a la idoneidad didáctica, las creencias y los procesos reflexivos de los docentes de Matemáticas de nivel secundario. La misma sirvió para relacionar dichas variables (creencias y procesos reflexivos) con el nivel de idoneidad didáctica del maestro. Por otro lado, se mostraron resultados de algunas investigaciones relacionadas a las variables de interés en el estudio y su influencia sobre las variables idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos.

Antecedentes

El maestro de matemática activo necesita la competencia de idoneidad didáctica donde este tenga las herramientas necesarias para manejar sus creencias de manera efectiva mediante la reflexión. La capacidad de desarrollar la reflexión en el ámbito de la formación de docentes es clave para adquirir un nivel óptimo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Mediante el diseño y planificación de diferentes actividades, se desarrolla el planteamiento de problemas que estén contextualizados con las necesidades de la sociedad (D'Amore & Godino, 2007). Durante la práctica docente muchos maestros de matemáticas no cuentan con unas competencias reflexivas idóneas, cometiendo muchos errores en el proceso de la didáctica matemática. Ante este panorama sería eficaz

identificar los errores típicos presentados durante la práctica y que se puedan abordar durante la formación de docentes proveyéndole de un recurso indispensable (la reflexión) en el proceso de la didáctica matemática. Uno de los errores que presentaron en la práctica los futuros docentes de Matemáticas se centraban en sus creencias y sus experiencias vividas como estudiantes, lo que afectó la adquisición de la idoneidad didáctica por parte de estos maestros como docentes (Chandia et al., 2016).

Para poder modificar estas creencias se debe dar un proceso reflexivo en un ambiente natural y espontáneo. El desarrollo de estas competencias debe enseñarse en el proceso de formación y continuar en el ámbito profesional de un maestro o profesor activo.

D'Ambrosio (2014) señaló que el aprendizaje de las matemáticas debe cimentarse en los sistemas de explicaciones y en el modo de realizar las cosas, durante generaciones, en ambientes naturales de constante transformación. Ante la estructura diversificada del aprendizaje cognitivo de los estudiantes es necesario definir las matemáticas como prácticas cualitativas y cuantitativas para realizar comparaciones, clasificaciones, sistemas de medidas en ambientes culturales en su forma natural (D'Ambrosio, 2014).

En el capítulo tres llamado Cultura Primitiva Tylor dijo:

La condición de la cultura entre las diferentes sociedades de la humanidad, en la medida en que es capaz de ser investigada sobre principios generales, es un tema apto para el estudio de las leyes del pensamiento y acción humana. Por una parte, la uniformidad que impregna la civilización se puede atribuir, en gran medida, a la acción uniforme de causas uniformes; mientras, por otra parte, sus diferentes grados pueden considerarse etapas de desarrollo o evolución como resultado de la

historia previa y su participación en dar forma a la historia del futuro. (Tylor, 1977, p. 64)

Parker et al. (2020) señalaron que existe una razón convincente de observar las comunidades de docentes como sitios importantes para la construcción de identidades profesionales por parte de los docentes y como las experiencias de estos influyen en su práctica. Sin embargo, esas comunidades no son entidades fijas y están en construcción por los miembros, ya que negocian tensiones como la tensión esencial entre participar en actividades disciplinarias, por un lado, y centrarse en preocupaciones profesionales como la enseñanza y el aprendizaje, por el otro. Por su parte, Peressini et al. (2004) indicaron que el aprendizaje está situado; en otras palabras, cómo una persona aprende un conjunto particular de conocimientos y habilidades, y la situación en la que aprende. En adición, afirmaron que el conocimiento y las creencias de los docentes interactúan en contextos históricos, sociales y políticos para crear las situaciones en las que ocurre el aprendizaje de la enseñanza. Desde esta perspectiva, el aprendizaje docente se entiende de manera útil como un proceso para aumentar la participación en la práctica de la enseñanza y, a través de esta participación, un proceso de conocimiento en y sobre la enseñanza.

Para alcanzar la práctica idónea Chamoso et al., (2012) reseñaron la importancia de la competencia reflexiva en el desarrollo de los futuros docentes de Matemáticas.

Comprender la relevancia de dicha competencia reflexiva concederá a los futuros maestros la capacidad de reflexionar sobre su práctica. Indicaron que dicho proceso de reflexión es un pensamiento deliberado sobre la práctica con la intención de optimizar la misma. La educación para desarrollar la competencia reflexiva se producirá tanto a nivel individual como a nivel colaborativo. Dicho proceso en la adquisición de tal

competencia se efectuará en la formación inicial de los futuros docentes para lograr la evolución en sus ideas iniciales durante la adquisición de conocimiento en la didáctica matemática y trasciendan unos niveles satisfactorios en los procesos reflexivos en la práctica docente. Ante estos planteamientos es pertinente desarrollar un currículo de formación de docentes de Matemáticas donde la reflexión sea un aspecto fundamental para que estos futuros docentes se conviertan en críticos en su práctica, desarrollando competencias capaces de afrontar las diversas situaciones permisibles en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Peressini et al. (2004) reconocieron tres dominios de conocimiento profesional de los maestros de Matemáticas. Estos son: matemáticas, pedagogía específica de la matemática y concepción del auto maestro. Los mismos son relevantes para las prácticas educativas de los maestros: contenido matemático (en particular, las líneas centrales de función, tasa y prueba); pedagogía específica de las matemáticas (específicamente, los usos de tareas matemáticas y la orquestación del discurso en el aula); y la concepción del auto maestro (concepciones de uno mismo como maestro). Por esta razón los diversos contextos de la formación del profesorado y la enseñanza profesional temprana marcarán una diferencia en el desarrollo profesional de los docentes de Matemáticas. Estos factores se reflejan en el nivel de idoneidad (variable bajo estudio en esta investigación) del maestro de matemática activo. Ante esto las instituciones formadoras de docentes de Matemáticas necesitan un lente situacional sobre el desarrollo del conocimiento y las creencias de los maestros sobre las matemáticas y la pedagogía específica de las matemáticas, y las identidades profesionales que estos poseen (Peressini et al, 2004).

En una investigación teórica de otro país de América Central (Costa Rica) Fonseca y Castillo (2013) indicaron la importancia del conocimiento de las matemáticas en el aspecto pedagógico del proceso de enseñanza y aprendizaje y sostuvieron que los maestros activos necesitan del desarrollo de los procesos reflexivos en la formación de docentes. Por otro lado, Valenzuela, Montes & Pérez (2019) señalaron el valor de la reflexión en el desarrollo de los futuros docentes de Matemáticas, en el cual estos podrán interactuar y mediante preguntas llegarán a conclusiones sobre los diferentes aspectos cognitivos y pedagógicos en el proceso de la enseñanza de las matemáticas. Recalaron que la reflexión en grupo permite a los futuros docentes aclarar criterios, tomar decisiones, formular hipótesis, relacionar contenidos y generar alternativas didácticas. Con este proceso los futuros docentes desarrollarán la capacidad de comunicarse con los demás colegas y aumentarán las relaciones profesionales, esto le permitirá crear una planificación efectiva donde los alumnos recibirán una enseñanza matemática pertinente y adecuada mediante la reflexión.

Otro aspecto importante que influye en la competencia de la idoneidad didáctica es la responsabilidad de la institución que contrata al maestro. Rosario-Vásquez (2020) señaló la necesidad de confeccionar un programa de desarrollo profesional continuo en las instituciones profesionales, en el cual se motive a un mayor número de asistencia a toda la facultad sin importar los años de experiencia, preparación académica, contrato o permanencia laboral. Así sería posible organizar diversos encuentros reflexivos, como parte del programa de desarrollo profesional continuo, que aborden temas de la identidad del profesorado como parte del grupo de profesionales que tiene la responsabilidad académica de preparar a los futuros docentes de Matemáticas de secundaria. Estas

indicaciones se manifiestan ya que en el estudio se encontraron diferencias entre las prácticas de docentes universitarios según su preparación académica. Específicamente, entre profesionales que poseen preparación académica en educación y los que no poseen preparación académica en educación pero que se dedican a la labor docente.

Estos hallazgos pudieron ser indicadores de una necesidad en la modificación de creencias y la adquisición de niveles altos en los procesos reflexivos en la formación de maestros, en los criterios de certificación y el desarrollo profesional, tanto en los profesores institucionales como en los maestros activos del DEPR para adquirir un alto nivel en la idoneidad didáctica matemática.

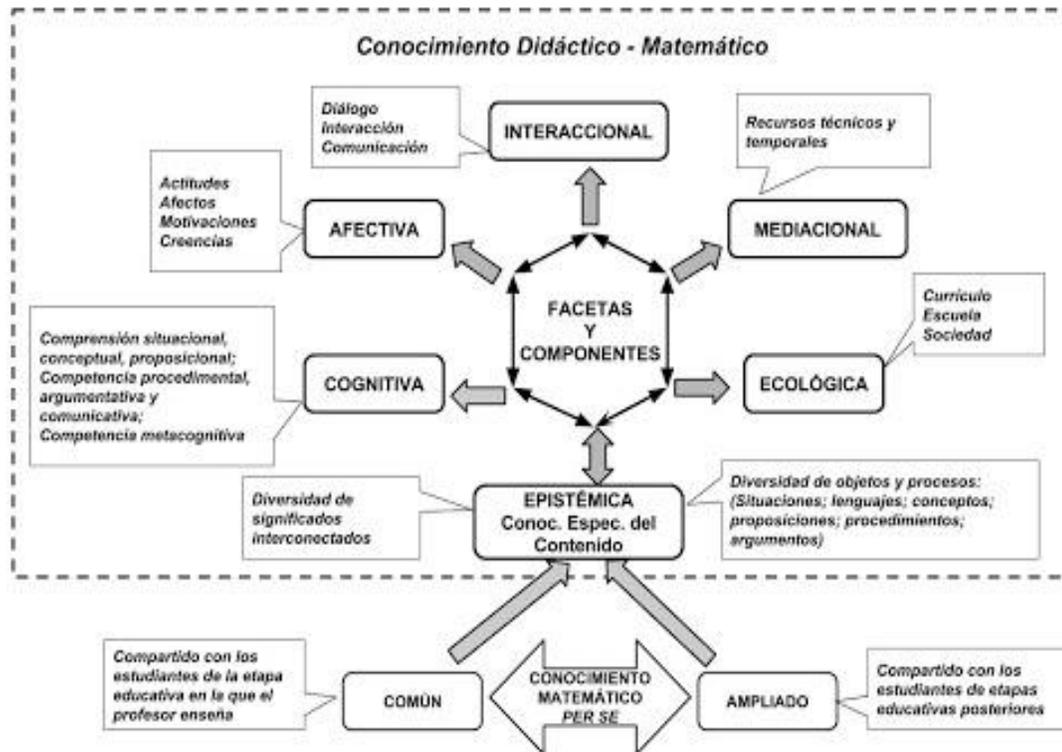
Marco teórico

Idoneidad didáctica

La noción de idoneidad didáctica, sus dimensiones y criterios son recursos que transitan de una didáctica descriptivo–explicativa a una didáctica normativa; esto es, se orienta hacia la intervención efectiva en el aula. Es una teoría de diseño instruccional que obra de manera sistémica entre las dimensiones; epistémica, ecológica, cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional implicadas en los procesos de estudio de las áreas curriculares específicas. La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción se define como la articulación coherente y sistémica de estos seis componentes. Es complejo lograr una alta idoneidad didáctica global en un proceso de instrucción, y también valorarla, puesto que, involucra diversas dimensiones, que a su vez están estructuradas en distintos componentes. Además, ni las dimensiones ni los componentes son observables directamente y, por tanto, es necesario inferirlos a partir de indicadores empíricos (Godino et al., 2013).

Figura 1

Facetas de la idoneidad didáctica

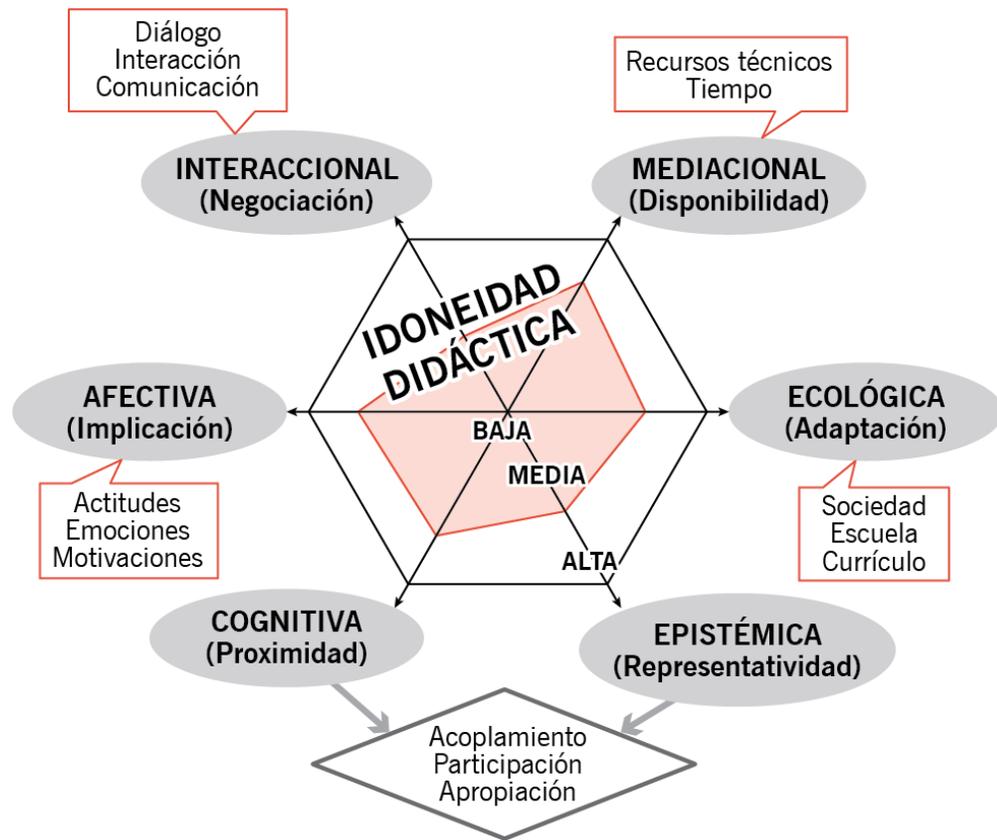


Nota. Tomado de Facetas y niveles de análisis didáctico, de Godino, 2011, https://www.ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino_indicadores_idoneidad.pdf

Los principios didáctico-matemáticos relativos a las seis facetas implicadas en un proceso de instrucción matemática: las facetas epistémica, ecológica, cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional deben ser formuladas en términos de indicadores empíricos donde el futuro profesor de Matemáticas adquiere niveles altos de competencias en las practicas, configuraciones, normas alcanzando niveles óptimos de idoneidad en su tarea de diseño, implementación y evaluación de procesos instruccionales (Godino, 2011).

Figura 2

Facetas y niveles de análisis didáctico



Nota. Tomado de Facetas y niveles de análisis didáctico, de Godino, 2011, https://www.ugr.es/~jgodino/eos/jdgodino_indicadores_idoneidad.pdf

El enfoque onto-semiótico (EOS), sistema teórico inclusivo que trata de articular diversas aproximaciones y modelos teóricos usados en la investigación en educación matemática a partir de presupuestos antropológicos y semióticos sobre las matemáticas y su enseñanza, propone articular desde diferentes ángulos y teorías el conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje. Visualizándolo holísticamente y tomando en consideración los siguientes aspectos:

- un modelo epistemológico a base de presupuestos antropológicos/socioculturales;
- un modelo de cognición sobre bases semióticas;

- un modelo instruccional sobre bases socio-constructivistas; y
- un modelo sistémico–ecológico que relaciona las anteriores dimensiones entre sí y con el trasfondo biológico, material y sociocultural en que tiene lugar la actividad de estudio y comunicación matemática.

Godino (2009) señaló que las nociones teóricas del EOS deben verse como recursos de análisis y reflexión sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, y pueden ser utilizadas por los propios profesores para indagar sobre su propia práctica. Se han elaborado varios sistemas de objetos y relaciones (categorías) que ayudan a analizar y comprender, de manera sistemática, y con distintos niveles de profundidad, los diversos aspectos implicados en la didáctica matemática para alcanzar la idoneidad de esta.

Godino et al. (2013), en la teoría de la idoneidad didáctica, propusieron la creación de una serie de guías con fundamento en la investigación sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En este enfoque se proponen seis facetas que deben estar articuladas para poder alcanzar el nivel óptimo de un profesor en el proceso de la enseñanza de las matemáticas. Estas son:

- faceta epistémica (i.e., contenido didáctico-matemático, entendido desde el punto de vista institucional);
- faceta cognitiva (i.e., aprendizaje del contenido didáctico-matemático por los profesores);
- faceta afectiva (i.e., creencias, valores, intereses, actitudes, emociones de los profesores hacia el aprendizaje del contenido Didáctico-matemático);
- faceta interaccional (i.e., modos de interacción y discurso en el proceso de formación de profesores);

- faceta mediacional (i.e., uso de recursos tecnológicos en el proceso de formación de profesores); y
- faceta ecológica (i.e., currículo, innovación didáctica en formación de profesores, conexiones interdisciplinarias).

Desde el enfoque de la idoneidad didáctica se propuso que la formación de los conocimientos y la didáctica matemática deben imbricarse, ya que esto permite desarrollar el constructo del conocimiento didáctico matemático lo que a su vez viabiliza la integración de la parte cognitiva y la didáctica matemática en la formación de futuros docentes (Godino et al., 2013).

La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción es aquello que se conoce como lo que sería óptimo o idóneo para poder realizar eficazmente todas las acciones que implican dicho proceso para que el mismo sea de calidad. En el caso de la didáctica matemática se amerita crear un balance entre el aprendizaje adquirido por el alumno y las exigencias institucionales considerando las circunstancias y los recursos disponibles para lograr los objetivos esperados. Esta noción de idoneidad abarca las seis facetas antes mencionadas: afectiva, cognitiva, mediacional, interaccional, ecológica y epistémica (Morales & Font, 2018).

Persiste una clara tendencia de interés internacional en la formación de docentes de Matemáticas con énfasis en la planificación y el desarrollo de la idoneidad en las diferentes competencias que necesitan tanto los futuros docentes como los maestros de estudios graduados, donde se les cree conciencia de los indicadores y criterios que complementan cada faceta en la idoneidad didáctica (Breda et al., 2018; Godino et al., 2006).

Formación de docentes

Es importante reseñar que todos los aspectos señalados en la Figura 2 deben ser trabajados en el proceso de formación de maestros de Matemáticas. Esto conlleva a la formación de un maestro con bachillerato en el área de educación matemática con un nivel óptimo de didáctica matemática. (*Association of Mathematics Teacher Educators*, 2017) estableció unos estándares para la formación de futuros maestros de Matemáticas, los cuales están alineados a lo establecido en los indicadores de las seis facetas de la idoneidad didáctica. Estos son los siguientes:

Estándar 1: Conceptos matemáticos, prácticas y currículo

Los maestros principiantes de Matemáticas debidamente preparados poseen un sólido conocimiento de los conceptos matemáticos y estadísticos que subyacen a lo que encuentran en la enseñanza. Se involucran en prácticas matemáticas y estadísticas apropiadas y ayudan a sus estudiantes a hacer lo mismo: leer, analizar y discutir documentos curriculares, de evaluación y estándares, así como las producciones matemáticas de los estudiantes. Los indicadores son los siguientes:

- Conocer contenido matemático relevante
- Demostrar prácticas y procesos matemáticos
- Exhibición de disposiciones matemáticas productivas
- Analizar el contenido matemático del currículo
- Analizar el pensamiento matemático
- Usar recursos y tecnología matemática

Estándar 2: Conocimientos pedagógicos y prácticas para la enseñanza de las matemáticas

Los maestros de Matemáticas principiantes debidamente preparados tienen bases de conocimiento pedagógico, prácticas de enseñanza de Matemáticas efectivas y equitativas, y disposiciones positivas y productivas hacia la enseñanza de Matemáticas para apoyar la comprensión, el razonamiento y el razonamiento de los estudiantes. Los indicadores son los siguientes:

- promover la enseñanza equitativa;
- planificar para una instrucción efectiva;
- implementar una instrucción efectiva;
- analizar la práctica docente; y
- mejore la enseñanza a través de la colaboración con colegas, familias y miembros de la comunidad.

Estándar 3: Estudiantes como aprendices de matemáticas

Los maestros principiantes de Matemáticas debidamente preparados poseen una comprensión fundamental de los conocimientos, habilidades y disposiciones matemáticas de los estudiantes. Conocen cómo estos entendimientos contribuyen a una enseñanza efectiva y están comprometidos a expandir y profundizar su conocimiento con los estudiantes como estudiantes de Matemáticas. Los indicadores son los siguientes:

- anticipar y asistir al pensamiento de los estudiantes sobre el contenido de Matemáticas;
- comprender y reconocer la participación de los estudiantes en las prácticas matemáticas; y
- anticipar y asistir a las disposiciones matemáticas de los estudiantes.

Estándar 4: Contextos sociales de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas

Los maestros principiantes de Matemáticas debidamente preparados comprenden que los contextos sociales, históricos e institucionales de las matemáticas afectan la enseñanza y el aprendizaje y conocen y están comprometidos con sus roles críticos como defensores de cada estudiante. Los indicadores son los siguientes:

- proporcionar acceso y avance;
- cultivar identidades matemáticas positivas;
- aprovechar las fortalezas matemáticas de los estudiantes;
- comprender el poder y los privilegios en la historia de la educación matemática; y
- promulgar prácticas éticas para la promoción.

Las políticas de formación de docentes de Matemáticas tienen como objetivo una práctica mejorada y de calidad. La misma debe suceder mediante una reflexión crítica sobre la propia práctica para obtener cambios. Se debe profundizar en los saberes de la disciplina, pero sin desligarlos del conocimiento pedagógico, pues ambos son necesarios en el éxito de la didáctica matemática. El proceso de formación de docentes necesita unos criterios y una reflexión elaborada, mediante el uso de directrices explícitas.

El nivel de idoneidad en las seis facetas mencionadas en los aspectos cognitivos de las matemáticas y la didáctica de estas lo convierte en el eje central para conseguir la eficacia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La interacción del conocimiento de contenido, conocimiento pedagógico del contenido y conocimiento curricular convergerán en la idoneidad de la didáctica de las matemáticas, cuando el futuro docente pueda explicar y demostrar poderosamente de forma comprensible para los demás, los objetos bajo estudio. Una vez realizado un análisis reflexivo el docente pondrá en acción todo el conocimiento holístico que posee para poder comprender la

manera correcta de presentar el objeto matemático según la situación contextual y las necesidades particulares de la audiencia, lo que a la vez se transforma en un proceso de alta idoneidad didáctica.

Giacomone et al. (2018) señalaron que los maestros en formación enfrentaron conflictos en la identificación y discriminación de diferentes tipos de objetos matemáticos y significados. Esto ocurrió por unos niveles bajos en la actividad metacognitiva y reflexiva de los docentes en formación. Reconocer la complejidad de los objetos y significados utilizados en las actividades matemáticas es una competencia instrumental que requiere el maestro. La acción del profesor de Matemáticas involucra factores como las creencias, conocimientos, metacognición, entre otros. El estudio de estas prácticas y realizar un análisis retrospectivo determina un mayor potencial en las prácticas didácticas significativas.

Los procesos de reflexión de forma sistemática fueron un eje motivador para discutir las ideas previas, creencias y concepciones que tienen los futuros docentes sobre las matemáticas y la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, se involucran en una reflexión sobre las distintas estrategias de enseñanza y los distintos posicionamientos didáctico-matemáticos, para, finalmente, provocar una evolución de sus ideas. El desarrollo de estas competencias conduce al maestro a un nivel óptimo de idoneidad didáctica. La idoneidad didáctica, como constructo teórico y metodológico, fue un recurso que se implementó en la formación de profesores en diversas universidades españolas y latinoamericanas (Giacomone et al, 2018).

Cardona (2017) mencionó la importancia de considerar las necesidades de trabajar en los maestros en formación el aspecto de los currículos escondidos (se opera con los

mensajes que envía el maestro; Ortiz, A., 2018, p. 15) ya que estos currículos institucionales no suplen las necesidades cognitivas y los maestros tienden a desarrollar sus propios currículos. El estudio de carácter fenomenológico pretendió explicar el fenómeno de los conocimientos curriculares y de contenido que tienen los maestros activos en el sistema de educación pública y privada. Una de las interrogantes planteadas fue cómo aprenden los maestros de Matemática de nivel secundario y la capacidad de adaptarse a las necesidades de sus estudiantes para organizar, desarrollar y representar el contenido bajo estudio en un proceso de enseñanza y aprendizaje efectivo y pertinente. El concepto de conocimiento en el proceso de la didáctica matemática se ha reformulado en las últimas décadas utilizando como base los conocimientos previos del estudiante. Este factor determina el conocimiento dominante del maestro en su campo, su discernimiento de las estructuras de los currículos y el contenido, lo cual atempera las necesidades e intereses particulares de cada estudiante. El maestro interactúa constantemente con sus creencias y con una gran diversidad de creencias de sus alumnos, de los administradores, padres, comunidad etc. en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Ante esto, el maestro necesita mantenerse en un proceso auto reflexivo y auto evaluativo sobre cómo actuar correctamente en el aspecto pedagógico.

Fue importante para esta investigación el estudio de Cardona (2017), porque contiene unas implicaciones alarmantes en el área de la educación secundaria de las matemáticas. Este encontró en su investigación que profesores que fluctúan entre los 4 años hasta los 25 años de experiencia en este nivel, carezcan de unos conceptos matemáticos claros, donde se les dificultaba explicar los mismos. Los participantes mostraron dificultad en la explicación conceptual de los contenidos relacionados a la ecuación de la recta, las rectas

verticales y horizontales y la solución de ecuaciones cuadráticas. Lo cual le permitió concluir que los participantes demuestran mejor dominio del conocimiento procesal que del conocimiento conceptual. Esto es un reflejo del efecto de una instrucción enfocada en desarrollar los procesos algorítmicos y no uno mediante una reflexión constante donde el estudiante conceptualice (cardona, 2017).

Aunque hay múltiples factores determinantes en la adquisición de las competencias mínimas por parte del maestro respecto al proceso pedagógico, hay que resaltar el compromiso de los maestros en su desarrollo profesional para que puedan subsanar las fallas de las instituciones formadoras de futuros maestros en el área de Matemáticas como las incongruencias de un sistema educativo burocrático que obstaculiza la educación de calidad. Una vez establecida esta problemática social es nuestra obligación plantear si al Departamento de Educación de Puerto Rico ha analizado los diferentes hallazgos en las investigaciones realizadas en las distintas instituciones formadoras de maestros de Matemáticas y cómo estos hallazgos pueden ayudar a desarrollar currículos que intercalen tanto las necesidades de los maestros activos, como la de los maestros en formación.

Es importante señalar que no todos los maestros activos en el DEPR poseen un bachillerato en el área de especialidad que desempeñan. Sin embargo, a los maestros que trabajan por reclutamiento especial (aquellos que cumplen con una cantidad de créditos en el área de especialidad) en el DEPR y a todos aquellos que no poseen el bachillerato en el área de trabajo se les denomina docentes aunque no cumplen con los requisitos.

Por ejemplo, Akiba y Wilkinson (2016) indicaron que el estado de Florida adoptó un enfoque sin precedentes para el desarrollo profesional de los docentes en su aplicación

del Programa *Race to the Top* al proponer promover una innovación internacional que se originó en Japón, el "estudio de lecciones", como un modelo de desarrollo profesional docente en todo el estado. El Departamento de Educación de Florida y los distritos han promovido el estudio de lecciones como uno de los vehículos para implementar los estándares estatales alineados con los Estándares Estatales Básicos Comunes. Este estudio analizó los enfoques estatales y distritales para promover el "estudio de la lección" utilizando documentos de políticas, datos de encuestas de distrito a nivel estatal y entrevistas. Además, las estructuras organizativas y las rutinas existentes para el desarrollo profesional plantearon un desafío importante en el desarrollo de capacidades de los líderes y maestros del distrito para participar en el estudio de la lección. Si se compara el hallazgo de Cardona (2017) con maestros en formación y maestros activos de Puerto Rico con los maestros de Estados Unidos se observó alguna similitud. En efecto, el modelo educativo de Puerto Rico se basa en la filosofía educativa estadounidense y así, como sucede en muchos estados, el mismo no ha obtenido los resultados esperados.

Creencias de los maestros de matemáticas

Varios autores han investigado las creencias de los maestros puertorriqueños acerca de la enseñanza de las matemáticas Torres (2019), Álvarez (2012) y Colón (2005). Estos señalaron que tanto los maestros activos como los maestros en formación poseían un cúmulo de creencias personales adquiridas durante sus experiencias.

Torres (2019) estudió el fenómeno de la complejidad en la didáctica matemática en un contexto natural. Su propósito consistía en analizar la interrelación y vínculos entre las creencias filosóficas de las matemáticas mostradas por los maestros de escuela elemental con la orientación de la enseñanza, y la interconexión entre las creencias con otros

factores que, asimismo, influyen en la tarea docente. Esta investigación fue de naturaleza colectiva dada la diferencia de perspectivas de las cuatro participantes escogidas según sus experiencias e interpretaciones personales. Se seleccionaron por accesibilidad tres maestras de quinto grado y una maestra de sexto grado que enseñaban en la región urbana de San Juan y presentaban al menos tres años de experiencia en el DEPR. En el proceso de recopilación de datos Torres realizó entrevistas que enfatizaban las experiencias y relatos personales respecto a las actividades didácticas de las matemáticas y las características del discurso, observaciones no participantes y revisión de documentos preparados por las maestras.

Las preguntas de esa investigación fueron las siguientes: ¿Cómo se interrelacionan o vinculan las creencias filosóficas que reflejan cuatro maestras de Matemáticas de escuela elemental del DEPR de la región de San Juan acerca de las matemáticas con su orientación de la enseñanza?, ¿Cómo inciden las experiencias personales y otros elementos sociales, culturales y contextuales en la formación, desarrollo o justificación de las creencias acerca de las matemáticas? y, además de las creencias filosóficas de la maestra, ¿Cómo influyen otros factores personales, contextuales, institucionales, culturales y sociopolíticos en su orientación de la enseñanza de las matemáticas? En el análisis Torres concluye que las creencias que más influyen se relacionan al conocimiento del contenido pedagógico, las experiencias previas, las ideologías y las influencias sociales y culturales. Por otro lado, mencionó que las maestras conceptualizan las matemáticas como un conjunto de recursos o procesos mecánicos para resolver problemas dados y señaló la influencia de factores sociales, políticos y culturales. Estos planteamientos serán tomados en consideración en esta investigación por contener la

variable de las creencias como una que incide en la adquisición de la competencia reflexiva y, en dicho estudio, veremos la relación de ambas con el nivel de la idoneidad didáctica matemática.

Álvarez (2012) investigó las creencias de los maestros de escuela intermedia y el efecto que contemplan en la implantación del currículo basado en estándares. Las conclusiones sugirieron que las creencias de los maestros sobre los procesos de enseñanza y de las matemáticas como una disciplina, nacen de las experiencias obtenidas como estudiantes, específicamente en la escuela superior. No obstante, estas creencias se reafirmaron en los años universitarios. Los hallazgos revelaron que los maestros participantes utilizaban las estrategias de enseñanza utilizadas por sus maestros de escuela y no las estrategias de enseñanza promulgadas por los programas para la preparación de maestros de Matemáticas en las distintas universidades de Puerto Rico. Aun así, dicha entidad universitaria confió que sus programas educativos para futuros maestros tengan un impacto significativo en las estrategias de enseñanza trabajadas por los docentes en la sala de clases. Esto mostró el poco efecto de los cursos de pedagogía en la transformación de las creencias de los maestros.

Por su parte, Colón (2005) investigó cómo se crearon las creencias sobre la naturaleza de las matemáticas, su aprendizaje y su enseñanza en los maestros de primero a tercero. Encontró que los maestros de Matemáticas de los grados de primero a tercero de las escuelas públicas de la Región Educativa de San Juan proyectaron unas ideas instrumentalistas sobre la matemática, es decir, percibían la disciplina como una de operaciones, reglas y procedimientos mecánicos que los estudiantes debían aprender, si era que pretendían ser competentes en la disciplina. Por otro lado, mencionó que las

fuentes principales de formación y desarrollo de esas creencias lo constituyeron el estilo instruccional que utilizaron sus maestros mientras fueron estudiantes, además de actividades de desarrollo profesional a las que asistieron en los últimos diez años.

Hidalgo et al. (2015) mencionaron que el maestro de Matemática en formación está drenado de elementos afectivos, evaluativos y sociales. Este conjunto de elementos componía las creencias que contenían una connotación de disputabilidad. En el área del conocimiento se debió satisfacer la condición de la verdad, mientras la creencia no necesita de validez. Según estos autores las creencias de los maestros giran en tres dominios básicos, estos son:

- la naturaleza matemática;
- conocimiento matemático; y
- teorías de enseñanza y aprendizaje.

La configuración de las creencias en estos tres dominios fue vital para evitar la disonancia entre las creencias y la práctica del docente. Es prudente que antes de desarrollar o crear actividades, el maestro dispusiera de un conocimiento amplio de las diferentes creencias sobre el concepto estudiado, para efectuar un análisis que le permitiera crear oportunidades efectivas de aprendizaje y de cambios significativos en las creencias y el conocimiento desarrollando bases sólidas en cada concepto investigado.

En tanto, Mosvold y Fauksanger (2014) mencionaron la importancia de modificar las creencias sobre el conocimiento matemático en el proceso de enseñanza de las matemáticas. Para mantener un balance entre el conocimiento de contenido y el conocimiento personal, fue importante reflexionar sobre las creencias, ya que las creencias fueron definidas como la conexión entre el conocimiento y otros conceptos

como las actitudes y emociones. Para transformar las creencias fue relevante el saber en la práctica del proceso didáctico. En el mismo intervinieron cinco aspectos relevantes:

- conocimiento pedagógico;
- conocimiento del estudiante;
- conocimiento de contenido;
- manejo y organización del conocimiento; y
- conocimiento personal y de los demás.

Según Ball et al. (2005) estos aspectos guiaron al docente al *Horizontal Content Knowledge*, el cual consistió en cuatro elementos: (a) el sentido del ambiente que permea en el proceso de instrucción; (b) mayor estructura e ideas disciplinarias; (c) prácticas matemáticas esenciales; y (d) valores y sensibilidades del núcleo matemático. El *Mathematics Knowledge for Teaching* es uno de visión periférica y de conciencia sobre la relación e interacción de los diferentes tópicos matemáticos.

Ball et al. indicaron que el desarrollo profesional, la exposición a experiencias relevantes y pertinentes, y el apoyo institucional son aspectos claves en la transformación de creencias; tanto de los maestros en formación como de maestros activos en los sistemas educativos. Aunque el proceso de formación de docentes fue uno arduo y exigente, el mismo debió procurar la integración activa de contextos reales y experiencias que permitieran la reflexión de la educación matemática, sin olvidar que este proceso fue uno social y que se reconstruyó enmarcándose en la cultura del aprendiz. Para que el aprendizaje suceda, el maestro necesitó desarrollar la capacidad de desligarse de sus creencias personales y adquirir las destrezas reflexivas para poder desarrollar actividades y problemas reales que fueran significativos en el proceso de la didáctica de las

matemáticas. Para lograr esto los currículos de formación de docentes tuvieron que estar atemperados a las exigencias de una sociedad que estuvo en constante cambio y que tiene una gran variedad de creencias hacia las matemáticas (Mosvold & Fauksanger, 2014).

El recurso principal para recopilar la información sobre el nivel del estado de las creencias alcanzado por el maestro fue la investigación. Naturalmente este se relacionó a los conceptos científicos, sin embargo, en la actualidad, se observa cómo se ha transformado el conocimiento de Matemáticas de una ciencia natural a un proceso cualitativo y social, en el cual fue relevante el contexto donde se desarrolló la investigación y qué tipo de marco teórico se empleó para adquirir resultados útiles y confiables para las personas involucradas en el proceso de educación matemática. Los resultados de las investigaciones mencionadas permitieron analizar cuáles son las estrategias más efectivas en la transformación de creencias de los maestros, mediante los cuales se rediseñaron los currículos universitarios para la formación de los futuros docentes.

Procesos reflexivos de los maestros de matemáticas

El constructo *procesos reflexivos* existe desde la antigüedad, pero ha resurgido en la actualidad, donde la práctica de esta competencia le permite al profesional comprender y aprender desde su propia experiencia laboral. Argyris y Schön (1996) y Mezirow (1990) establecieron los fundamentos de la práctica reflexiva de la siguiente manera:

- conocimiento en la acción;
- reflexión en y durante la acción; y
- reflexión sobre la acción y sobre la reflexión en la acción.

Brookfield (1994), con énfasis en el aprendizaje y la enseñanza crítica, desde la perspectiva del adulto educador, argumentó que la dimensión emocional de aprender a ser reflexivo no puede ignorarse. Del mismo modo, Schön (1994) amplió su investigación sobre educación profesional con énfasis en desenterrar supuestos más profundos, distinguiendo entre reflexión en acción y reflexión sobre la acción. La reflexión en acción es el pensamiento que tomamos mientras estamos involucrados en una situación, durante la cual comprendemos lo que somos, pensamos, sentimos y hacemos. Mientras que la reflexión sobre la acción tiene lugar algún tiempo después, cuando consideramos los eventos que tuvieron lugar y recordamos lo que estábamos pensando, sintiendo y haciendo. A través de esta práctica reflexiva como marco de aprendizaje se pueden deconstruir y reconstruir conceptos u objetos matemáticos para entenderlos. En adición se puede modificar cualquier dicotomía en el proceso de enseñanza y aprendizaje de una forma excitante, energizante, retante y en algunas ocasiones de manera incierta (Hickson, 2011).

El proceso de reflexión debe suceder antes, durante y después de la acción y a la vez este debe jugar un papel importante en la formación de maestros de Matemáticas. El ser reflexivo es un proceso de gran complejidad que permite visualizar nuestras acciones, y anteponer las acciones positivas en un futuro. El mismo debe ocurrir mediante la introspección y evaluación constante de parte del maestro activo donde pueda analizar y pensar sobre lo que se hace, lo que no se debería hacer y lo que no se debe hacer (Parada, 2017).

La práctica reflexiva es un recurso importante, ya que son múltiples los procesos y situaciones que se presentan en la didáctica matemática que ameritan de una toma de

decisiones de forma asertiva. Ante esto se requiere incentivar la tarea reflexiva del docente donde este pueda diferenciar conocimientos subjetivos de los institucionalizados. Es indispensable el desarrollo de la competencia reflexiva en la formación de docentes de Matemática, que a su vez le exige un pensamiento sistemático sobre la práctica y disposición para comprender los conflictos profesionales mediante la revisión continua en los procesos de enseñanza y aprendizaje de su práctica mediante la reflexión (Burgos & Flores, 2017). La práctica reflexiva para estos consiste en:

- percibir situaciones de su práctica que necesiten otra manera de actuar;
- se distancia de esas situaciones para poder analizarlas;
- explicitar y examinar los elementos que condicionan esas situaciones, considerando los que derivan de sus creencias; y
- buscar otras formas de interpretar la situación, recurriendo a diferentes fuentes (compañeros de trabajo, documentos oficiales, libros de textos, investigaciones, etc.

Ernest (1991) indicó que la adquisición y el desarrollo del conocimiento por parte de los individuos implica la construcción de estructuras mentales (i.e., conceptos y esquemas), sobre la base de la experiencia y la reflexión, tanto en la experiencia como en las estructuras y operaciones mentales.

Seckel y Font (2015) en un estudio de caso indicaron que la formación de docentes debe centralizarse en la reflexión didáctica con un EOS orientado en las siguientes seis facetas: epistémica, cognitiva, mediacional, ecológica, interaccional y emocional. Es fundamental que los futuros maestros no solo realicen tareas, sino que deben explicar los procedimientos y las diferentes formas en que se puede resolver la situación del objeto

matemático presentado en la tarea. A través de este ejercicio de desempeño reflexivo se puede determinar si el futuro docente posee destrezas para la observación y evaluación de clases que le permitan proponer y fundamentar cambios para optimizar la práctica.

Rivera (2010) indicó en su investigación, *La práctica reflexiva crítica de un grupo de maestras puertorriqueñas*, que la práctica reflexiva de las experiencias y las realidades de la vida de los maestros les permite abstraer de la realidad los elementos necesarios para una transformación de su ejecución en la didáctica. El enfoque crítico que (integra las contradicciones y los conflictos del individuo en sociedad) permite conocer las características del entorno de cada escenario escolar y cómo ese entorno incide en el contexto de cada salón de clases. A partir de esa perspectiva crítica se facilitó un dialogo reflexivo el cual profundizó en el pensamiento de cada una de las maestras participantes del estudio de carácter cualitativo, las maestras participantes fueron seleccionadas por su destacado desempeño (e.g., estructura curricular, compromiso y actitud positiva al cambio) en sus escenarios escolares.

Las preguntas de investigación en este estudio fueron importantes en la manera que se delinearon los indicadores de los procesos reflexivos en el cuestionario de ese trabajo. Las mismas fueron las siguientes: ¿Cómo abstrae la maestra los aspectos externos a su salón de clases que inciden en su práctica educativa?, ¿Cómo concibe la maestra su función transformadora en su escenario escolar?, ¿Cómo distingue la maestra una postura reflexiva en su práctica educativa?, ¿Cuáles elementos de la práctica reflexiva de la maestra son característicos de una práctica crítica? y ¿Cuáles acciones transformadoras lleva a cabo la maestra, que caracterizan su práctica como reflexiva crítica? Mediante triangulación de observación no participante, entrevistas y revisión de documentos como:

documentos oficiales, documentos personales, fotografías, portafolios, páginas cibernéticas, reportajes de la prensa y/o revistas la investigadora concluyó que un maestro reflexivo crítico primero denuncia, segundo actúa y finalmente transforma. En este proceso la acción es la praxis de forma dialógica y comunitaria donde las acciones del pensamiento reflexivo generan opciones de cambio en los sistemas educativos. Esto implicó que desarrollar la competencia reflexiva del docente en formación fue vital para que este fuera capaz de transformar su práctica de una manera efectiva, modificando o eliminando creencias erradas para poder alcanzar la idoneidad didáctica (Rivera, 2010).

Pochulu et al. (2016) señalaron que una de las cualidades que debe poseer un maestro con altos niveles de competencia es la reflexión sobre la práctica, donde se observe qué situaciones se deben mejorar, modificar o eliminar. Según Pochulu et. al en el proceso de autorreflexión, el futuro docente debe analizar: las prácticas matemáticas realizadas en el proceso de instrucción, los objetos y procesos matemáticos utilizados en dichas prácticas, las interacciones realizadas en el proceso de instrucción, identificar los sistemas de normas y metas que regulan el proceso de instrucción y la utilización de criterios de idoneidad didáctica para la valoración del proceso de instrucción que permitan alcanzar competencias de calidad en la didáctica de las matemáticas; competencias y destrezas que deben desarrollarse en la institución formadora.

El sistema educativo necesita de docentes con compromiso, ya que estos son los transformadores de los profesionales del futuro. Estos deben ser conscientes de su desarrollo profesional mediante la reflexión y el análisis crítico de su propia práctica. La reflexión es el pensamiento o consideración de algo con atención y detenimiento para estudiarlo o comprenderlo bien. Este pensamiento reflexivo presentará las soluciones a

los diferentes cuestionamientos que surgen en la práctica pedagógica de las matemáticas. Una acción que es muy personal del docente y que trabajada holísticamente le asegura alcanzar la idoneidad didáctica. Esto tendrá implicaciones que afectarán la adquisición de la competencia reflexiva y, a su vez, pueden incidir en los resultados de esta investigación. Mientras que, por otro lado, el análisis crítico se encarga de analizar cómo las relaciones sociales se establecieron y se potenciaron en la enseñanza (Mercado et al., 2016).

Burgos & Flores (2017) indicaron que el maestro enfrenta situaciones imprevistas a cada momento donde no existe un patrón preestablecido para resolverlos. Los mismos fluctúan en un marco complejo, con una variedad amplia de individuos que identifican necesidades, intereses y limitaciones distintas. Ante estos eventos el docente diferenciaba entre los conocimientos individuales y los institucionales para incrementar su conocimiento profesional mediante reflexiones críticas. El maestro reflexivo presenta las siguientes características: percibe situaciones de su práctica que deben ser trabajadas de otra manera, se distancia de situaciones o prácticas indebidas, examina los elementos que se derivan de sus creencias y busca otras formas de interpretar asertivamente las situaciones diarias de la didáctica matemática.

Beltrán-Pellicer y Giacomone (2018) indicaron la importancia del desarrollo y sistematización de la reflexión en la didáctica matemática del docente puesto que es imperante que el maestro la adquiera para modificar su práctica en los aspectos significativos sobre su desempeño como docente. Aunque muchos maestros utilizan de forma implícita los criterios de idoneidad didáctica en su reflexión, la misma tiene que

ser guiada teóricamente hasta que el docente tenga las destrezas necesarias para la implementación y eficacia de una reflexión asertiva.

Mallart et al. (2016) señalaron que en la didáctica la construcción de las situaciones debe ser divergente, reflexiva y de persistencia donde el estudiante acepte el reto. Para lograr esto se debe preparar al futuro docente a crear varios modelos mentales, modelar el fenómeno y adquirir varias representaciones del objeto bajo estudio. Estas deben ser de interés para los estudiantes. Dentro de la didáctica de la matemática se presenta un lenguaje informal, el cual se relaciona con lo que significa un concepto u objeto para el estudiante. Ante esta situación social que se ofrece en el proceso de enseñanza y aprendizaje el maestro de Matemática debe reflexionar y analizar constantemente las siguientes categorías: situaciones-problema, lenguajes, conceptos y definiciones, proposiciones y propiedades, procedimientos y por último los argumentos y justificaciones (Beltrán et al., 2018).

Estas investigaciones indicaron que para lograr un nivel óptimo en la didáctica matemática es indispensable ser reflexivo en todo el proceso de enseñanza, la interconexión de las creencias y lo aprendido por los maestros. Estos puntos son de vital importancia ya que no se presentan indicadores de las relaciones entre los procesos reflexivos y las creencias sobre la idoneidad didáctica de las matemáticas.

A través de los análisis reflexivos de las necesidades particulares de cada maestro activo y de cómo estuvieron diseñadas las diferentes tareas en el proceso de formación, se desarrollaron estrategias formativas que concedan alcanzar los niveles de competencia idóneos en la didáctica de la matemática (Beltrán-Pellicer et al., 2018; Fandiño, 2006; Kilpatrick et al., 2001). La sociedad que vivimos es una de constantes cambios y de

grandes retos para los maestros. Ante este fenómeno cambiante se observó cómo los docentes se enfrentaron a unas necesidades particulares como profesionales, que a su vez son afectadas por unos niveles bajos en las competencias de la didáctica matemática. Zumaeta et al. (2018) mencionaron la importancia del rol del maestro en el proceso de la didáctica de las matemáticas y reseñan algunos factores como el manejo de emociones, la automotivación, el control de estados de ánimos, empatía y manejo de conflictos asertivos; los cuales influyen en los procesos reflexivos.

El afecto dentro de la reflexión se definió como un proceso en el cual dos o más personas realizan una interacción social. Desde el foco psicológico es una necesidad básica del ser humano mediante la obtención de un desarrollo emocional completo y saludable. En la sociedad, los individuos se desempeñaron conforme a relaciones e interacción afectiva que conduce a la satisfacción, y en el proceso didáctico matemático esta afectividad es indispensable tanto para el estudiante como el docente. La capacidad, la experiencia, las ideas y la afectividad que el docente poseía en el proceso de la didáctica matemática determinaron los niveles de motivación donde se fomentaron el aspecto cognitivo, afectivo y social. A través de la didáctica matemática surgieron situaciones que despertaron la atracción sobre la atención y la motivación de los alumnos. Las mismas estuvieron presentes en todo el proceso educativo de forma continua y permanente, donde el estudiante comunicó sus necesidades con precisión y solicitó ayuda para convivir correctamente (Zumaeta et al., 2018).

Por otro lado, haciendo referencia a las creencias, Pagés, Olave & Lezama (2018) indicaron que existen detalles importantes de las creencias sobre la formación de maestros que no pueden ser ignorados. Primero, señalaron que la participación de los

estudiantes es una pasiva, donde el maestro como actor principal del proceso de enseñanza, fue el que dictó las pautas, segundo; los futuros docentes reflejaron más sus experiencias personales, que lo aprendido teóricamente en sus cursos; tercero, mencionaron que los docentes desconocen las necesidades de los estudiantes; muchas veces obviando sus formas de pensamiento, los evaluaron como bueno o malo y por último, expresaron la falta de capacidad de estructurar clases que transformen el proceso en uno objetivo y efectivo. Muchos de los futuros docentes de Matemáticas adoptaron prácticas que fueron propias de los maestros que le educaron en la escuela elemental, intermedia y superior (Álvarez, 2012). Estas creencias se reflejaron en los maestros activos y en muchas ocasiones influyeron en el desempeño de su ejecución (Torres, 2019). Estos aspectos de las creencias y experiencias personales también formaron parte del entorno cultural mediante un EOS (Godino, 2009).

Enfoque onto-semiótico

El proceso de la didáctica matemática es uno complejo, con un gran número de variables inmersas en el proceso en una escala de grandes dimensiones. El mismo debe ser uno que represente la realidad de los seres humanos y cómo estos procesos del conocimiento matemático emergieron de ellos mismos. Factores sociales y antropológicos afectan la idoneidad didáctica del maestro. Por esta razón los niveles de competencia en los procesos de la didáctica matemática que adquirieron los futuros docentes, debieron ser la prioridad de las instituciones considerándose la competencia reflexiva, la transformación de creencias y la idoneidad didáctica en la formación de docentes (Beltrán-Pellicer et al., 2018; Fandiño, 2006; Kilpatrick et al., 2001; Mosvold & Fauksanger, 2014).

Godino (2009) indicó que el EOS, es un sistema teórico inclusivo que trató de articular diversas aproximaciones y modelos teóricos usados en la investigación en educación matemática a partir de presupuestos antropológicos y semióticos sobre las matemáticas y su enseñanza, propusieron articular desde diferentes ángulos y teorías el conocimiento matemático, su enseñanza y aprendizaje. Visualizándolo holísticamente y tomando en consideración los siguientes aspectos: (a) un modelo epistemológico basado en presupuestos antropológicos/socioculturales; (b) un modelo de cognición sobre bases semióticas; c) un modelo instruccional sobre bases socio-constructivistas; (d) un modelo sistémico–ecológico que relaciona las anteriores dimensiones entre sí y con el trasfondo biológico, material y sociocultural en que tiene lugar la actividad de estudio y comunicación matemática. En el proceso de la didáctica matemática el docente necesita un análisis reflexivo profundo sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, para indagar sobre su propia práctica. Este análisis debe tener presente los componentes y facetas de la idoneidad didáctica, los cuales se pueden observar mejor en la Figura 3.

Figura 3

Facetas y componentes del conocimiento del docente



Nota. Tomado de Godino et al., 2017, Facetas y componentes del conocimiento docente, https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Facetasy-componentes-del-conocimiento-del-profesor-Fuente-Godino-Batanero_fig1_316660259

Resumen

Visualizar la relación existente entre las creencias y los procesos reflexivos sobre un nivel alto en la idoneidad didáctica matemática en los maestros activos de Matemática del DEPR y los profesores de Matemáticas y metodologías de las instituciones superiores fue el norte de esta investigación. En suma, se pretendió observar cómo se interrelacionaron las diversas variables entre sí. En efecto, normalmente el docente centra su desempeño en la modificación de estrategias y en la planificación mediante una reflexión solitaria, lo cual se tomará en cuenta en el proceso de formación docente. Es imprescindible estimular a estos futuros maestros para que obtengan la capacidad de interactuar con otros profesionales del área y conseguir un nivel alto de procesos reflexivos que provean un mayor alcance en la adquisición de los recursos y los conocimientos necesarios en una

didáctica matemática efectiva. La satisfacción de los maestros de Matemáticas se fundamentó primordialmente en el interés presentado por los alumnos cuando ellos notifican su comprensión del concepto o el material impartido en la clase en un ambiente confortable (Donoso et al., 2016).

Actualmente existe un interés internacional en explicar la relación entre distintas variables que afectaron el nivel de ejecución de los maestros activos de Matemáticas. Esta inquietud promovió la mejora en distintos aspectos de la didáctica matemática, tanto en la formación como en la práctica profesional de los maestros de esta disciplina. Dentro de la diversidad de aspectos señalados por las investigaciones reseñadas en este capítulo se vieron cómo los procesos de reflexión y las creencias inciden en la adquisición de un alto nivel de idoneidad didáctica de parte de los maestros activos del DEPR.

La magnitud de la relación que existió entre las variables estudiadas permitió establecer las necesidades que se pretendían trabajar para adquirir un alto nivel de idoneidad didáctica de la matemática. El proceso de formación de docentes es uno complicado y riguroso en la época moderna. El mismo insta la integración activa de contextos reales a la solución de problemas. Faculta al maestro activo desligarse de sus creencias personales, para asumir las externas y desarrollar actividades y problemas reales y significativos en el proceso de la didáctica de las matemáticas. Para lograr esto los currículos de formación de maestros deben atemperarse a las exigencias de una sociedad en constante cambio y una gran diversidad de creencias hacia las matemáticas.

La responsabilidad es compartida, tanto de la institución, como del futuro docente; el cual debe ser uno comprometido con la interacción continua en los diferentes contextos sociales a los que se enfrente y ser receptivo a los constantes cambios en la práctica. En la

misma, el maestro activo debe proyectar un alto nivel de idoneidad didáctica de las matemáticas, centralizado en la ejecución de los procesos reflexivos y la modificación de creencias. El desarrollo de la competencia en los procesos reflexivos sobre las creencias que afectan la didáctica matemática de parte de los maestros activos determina su nivel de idoneidad didáctica.

Valeeva y Shahirova (2015) en una investigación experimental, encontraron que la adquisición de un alto nivel de competencias no es posible sin un gran entrenamiento holístico que permita el desarrollo profesional en los futuros maestros donde se organicen actividades en las instituciones de formación de docentes que provean las destrezas necesarias para resolver situaciones presentadas a través de los objetos matemáticos y que estas se puedan mejorar en la práctica de la didáctica matemática.

En las últimas décadas se ha suscitado un auge en la investigación sobre los futuros docentes de Matemáticas. Uno de los aspectos que se abordaron es el conocimiento indispensable, la capacidad de realizar tareas y abordaje de las próximas destrezas en modo coherente de los maestros que se encuentran en formación. Además, el futuro docente debe contemplar un conocimiento especializado y a la vez contar con la capacidad de transformación para lograr un proceso de enseñanza y aprendizaje idóneo. Durante el proceso de la didáctica matemática el docente debe capacitarse en el análisis de todos los elementos que interactúan en una actividad de aprendizaje para poder desarrollar las competencias de la didáctica (Godino et al., 2017).

CAPÍTULO III

MÉTODO

Introducción

Como parte de los propósitos de esta investigación se determinó el nivel de idoneidad de los maestros de Matemáticas de una región educativa del norte del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR). Además, se determinó si existen diferencias entre la idoneidad didáctica y las variables sociodemográficas, la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas y finalmente, la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes en la investigación. En esta investigación se utilizó un enfoque de carácter cuantitativo y se utilizaron los diseños descriptivo y correlacional. El marco teórico de la idoneidad didáctica se centró en el enfoque cualitativo, aunque en esta investigación se esperaron sentar unos precedentes para investigar la idoneidad didáctica matemática de forma cuantitativa (empírica).

Las preguntas de investigación fueron las siguientes:

- ¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de Matemáticas del DEPR?
- ¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?
- ¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR?

- ¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros de Matemáticas del DEPR?

Aunque la idoneidad didáctica se definió de manera cualitativa, para poder contestar las preguntas de investigación fue necesario elaborar un proceso para cuantificarla. En una comunicación personal, el profesor Juan Godino me indicó:

Como habrás podido leer en los artículos donde hemos descrito la noción de idoneidad no hemos dado énfasis a la “medida” cuantitativa de la idoneidad didáctica de un proceso instruccional. Hemos considerado que es preferible pensar en un uso más bien cualitativo, como un recurso para la reflexión sistemática sobre las diferentes facetas y componentes.

No obstante, si consideras el conjunto de indicadores de idoneidad es posible decir cuántos de dichos indicadores se cumplen, y sería posible elaborar una medida cuantitativa. La calificación de la idoneidad como baja, media, alta es una medida ordinal, cuya asignación habrá que hacerla teniendo en cuenta el mayor o menor número de criterios que se cumple. Si en tu trabajo te interesa por alguna razón “traducir la medida ordinal alta, media, baja a porcentajes, un criterio podría ser el siguiente: (a) alta, por encima del tercer percentil, esto es, del 75%; (b) baja, por debajo del primer percentil, esto es, del 25%; y media, entre el 25 y el 75 %. (Godino, comunicación personal, 9 de marzo, 2021)

Teniendo en cuenta estas recomendaciones, se estableció un mecanismo en el que el maestro de Matemáticas pudiera identificar y reportar su nivel de idoneidad didáctica, su tipo de creencia sobre las matemáticas y su nivel de reflexión. Se redactó un cuestionario a través del cual el maestro pudo contestar una serie de preguntas relacionadas a cada variable de investigación y auto ubicarse en los diferentes niveles o clasificaciones. Las mismas fueron establecidas por medio de la revisión de la literatura y se utilizaron las recomendaciones indicadas por Godino, para poder valorar la idoneidad didáctica de manera cuantitativa.

Metodología

Para realizar esta investigación se optó por la metodología cuantitativa. Se estableció el problema, los propósitos de la investigación y luego las preguntas bajo estudio. De las preguntas se establecieron las variables y la forma como se iban a determinar. Se estableció que se utilizaría un cuestionario (Apéndice B) en donde los participantes reportarían su percepción sobre las variables. Las preguntas del cuestionario fueron sometidas a validación por un panel de expertos y se trazó un plan para ponerlas a prueba teniendo en cuenta el contexto. Para recopilar la información se administró el cuestionario a través de Internet. Posteriormente, las respuestas de los participantes fueron cuantificadas mediante la conversión de la escala Likert a puntuaciones numéricas. Se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Hernández et al. (2014) en cuanto a la rigurosidad en el orden, el uso de métodos estadísticos y la forma de llegar a las conclusiones.

Diseño

Los diseños de investigación que se utilizaron fueron el descriptivo y el correlacional. El diseño descriptivo se utilizó para inquirir a partir de la escritura de preguntas descriptivas (i.e., describiendo algo) seguidas de preguntas inferenciales (i.e, extrayendo inferencias de una muestra a una población). Las preguntas de investigación incluyeron dos variables independientes (creencias, procesos reflexivos) y una variable dependiente (idoneidad didáctica). El investigador redactó preguntas en el cuestionario para determinar características de cada variable independiente y de la variable dependiente. El propósito era que las respuestas a estas preguntas proporcionaron información que generaran un sentido de entendimiento de las variables, que permitan conocer su

estructura y sus características en las diferentes etapas del desarrollo de los participantes (Hernández et al., 2014).

Las preguntas 3 y 4 permitieron relacionar las variables creencias y los procesos reflexivos con el nivel de idoneidad didáctica para comparar grupos. Estas preguntas fueron posteriores a las preguntas descriptivas. Las estadísticas inferenciales permitieron comparar grupos y determinar si existían diferencias entre éstos. También se utilizaron estadísticas correlacionales para describir y medir el grado de asociación (o relación) entre dos o más variables o conjuntos de puntuaciones (Creswell, 2014).

En consecuencia, esta investigación, con los diseños descriptivo y correlacional, permitió describir las variables bajo estudio de los maestros de matemáticas de nivel secundario del DEPR. A través de la parte correlacional se observó la manera que se relacionan las dos variables independientes (procesos reflexivos y creencias) con la variable dependiente (idoneidad didáctica).

Procedimiento

Aspectos administrativos

Para realizar la investigación se procedió a solicitar los permisos establecidos por Comité Institucional para la Protección de los Seres Humanos en la Investigación (CIPSHI) de la Institución (Apéndice D) y el DEPR (Apéndice E). Una vez aprobados, el investigador contactó a la directora del Programa de Matemáticas del DEPR y a los facilitadores de una Oficina Regional Educativa (ORE) del norte de Puerto Rico quienes notificaron a los posibles participantes sobre la investigación y sus propósitos (Apéndice F). Además, proveyeron al investigador la información de contacto de todos los maestros activos de la ORE. El investigador envió un correo electrónico a los posibles

participantes con una hoja informativa, las instrucciones para la participación, el consentimiento informado y el enlace de acceso al cuestionario en la versión electrónica. Posteriormente, se enviaron recordatorios a los maestros participantes (apéndice G). El cuestionario estuvo disponible en las Internet por 80 días. En todo momento, el investigador tuvo en cuenta los protocolos aprobados por CISPFI.

Población, escenario y muestra

Población

La población de la investigación constó de 188 maestros de Matemáticas a nivel secundario en el DEPR de una ORE del norte de Puerto Rico. Estos maestros estaban activos en el sistema público educativo al momento de realizar el estudio. Los participantes fueron maestros activos que enseñan matemáticas desde el séptimo grado hasta el duodécimo grado de las escuelas públicas del DEPR. Se eligió esta población debido a las experiencias, destrezas y competencias en las áreas de estudio y porque son representativos de los maestros de matemáticas del DEPR de esta materia y nivel.

Escenario

La información para esta investigación se recolectó durante el mes de abril de 2022, un momento en el que Puerto Rico, y el mundo en general, salía de la pandemia causada por el COVID 19. La directora del Programa de Matemáticas del DEPR y los facilitadores de la región educativa proveyeron las listas de los correos electrónicos de los maestros activos que dictaban cursos de matemáticas en la ORE. Todas las comunicaciones con los participantes fueron por medio del correo electrónico.

Participantes

La población de este estudio la constituye los 188 maestros activos el mes de abril de 2022 en la ORE seleccionada. Los maestros contestaron el cuestionario según su disponibilidad (McMillan & Schumacher, 2005) lo cual constituye una muestra no probabilística, pero útil para realizar la investigación (Hernández et al., 2014). La muestra la constituyeron las 56 personas que contestaron el cuestionario.

Recopilación de datos

Cuestionario

El instrumento que se utilizó para recopilar la información fue un cuestionario diseñado por el investigador. De esta forma, el investigador construyó un conjunto de preguntas adecuadas y exhortó a los posibles participantes a que las contestaran. Esta técnica de recopilación de datos es muy habitual en la investigación educativa. Los expertos indican que los cuestionarios permiten al participante reaccionar u opinar sobre algún tema u concepto planteado en este (McMillan & Schumacher, 2005).

El cuestionario contenía un conjunto de preguntas respecto a las variables que se pretendía medir. Constaba de cuatro partes: (a) los datos generales de los participantes (aspectos sociodemográficos); (b) el nivel de idoneidad de la didáctica matemática (variable dependiente); (c) el tipo de creencias (variable independiente); y (d) el nivel de los procesos reflexivos (variable independiente). Las partes (b) a la (d) contenían preguntas que se contestaban con una escala Likert (totalmente de acuerdo (5), de acuerdo (4), ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), en desacuerdo (2) y totalmente en desacuerdo (1)); estas cuantificaron las variables para poder realizar análisis descriptivos y estadísticas de inferencias.

Para medir cada variable se dispuso de un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios, ante los cuales se exhortó la reacción de los participantes. Es decir, se presentó cada afirmación y se solicitó al participante que externalizara su reacción eligiendo uno de los cinco puntos o categorías de la escala Likert. A cada respuesta se le asignó un valor numérico. Así, el participante obtuvo una puntuación respecto de la afirmación y al final una puntuación total, sumando las puntuaciones obtenidas en relación con todas las afirmaciones (Hernández et al., 2014).

Descripción del contenido

Primeramente, se presentaron las preguntas relacionadas con la idoneidad didáctica, segundo, las correspondientes a los procesos reflexivos y tercero las que se relacionan con las creencias de los maestros de matemáticas del DEPR activos en la ORE seleccionada. Las preguntas relacionadas con la idoneidad didáctica se centrarán en los componentes de las seis facetas: epistémica, cognitiva, mediacional, emocional, interaccional y ecológica. La cantidad de ítems de esta sección no se subdividirán en facetas y los mismos no serán proporcionales entre estas. La puntuación obtenida en esta sección se considerará como una sola, representativa del nivel de idoneidad didáctico (ver Tabla 1 y Tabla 2). Las preguntas relacionadas con la reflexión se enfocaron en los aspectos que los maestros fijan su atención antes, durante y después de la enseñanza (Burgos & Flores, 2017; Parada, 2017). Con las preguntas sobre las creencias se pretendía clasificar a los maestros en los paradigmas instrumentalistas, platónicos o de resolución de problemas según las clasificaciones de Ernest (1991) y Gamboa (2014). Las creencias son rasgos del carácter, hábitos e instintos. Una creencia es una tendencia que se asume y se cree que es verdadero en todo momento (Díez, 2017). En la Tabla 1 se

pueden observar las variables bajo estudio, su clasificación y las dimensiones que fueron alineadas con los ítems que miden cada una de estas.

Tabla 1

Instrumento dirigido a maestros de Matemáticas del DEPR para determinar idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos.

Constructo	Dimensiones e ítems	Tipo de Variable	Escala
Idoneidad didáctica	La idoneidad didáctica considera las seis facetas: epistémica, ecológica, cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional del maestro activo de Matemática (Godino, 2011). El constructo es medido en los ítems del 4 al 29 del cuestionario. La puntuación será una globalizada (sumativa) representativa de la idoneidad didáctica y no por facetas. En el cuestionario no se identifican los ítems por facetas.	Numérica Discreta Ordinal	Tipo Likert
Creencias sobre las matemáticas	En las creencias sobre las matemáticas se tienen tres tipos de visiones (Ernest, 1991): <ul style="list-style-type: none"> • Visión instrumentalista: considera que las matemáticas constituyen una acumulación de los hechos, reglas y habilidades que pueden ser utilizadas en la ejecución de algún fin externo. Ítems del 44-49. • Visión platónica: concibe que las matemáticas son un cuerpo de conocimiento estático y unificado; son descubiertas, no creadas. Ítems del 50 al 55. • Visión de resolución de problemas: visualiza las matemáticas como un campo de creación e invención humana en continua expansión, que son un producto cultural no acabado y sus resultados están abiertos a la revisión. Ítems del 56 al 61. 	Ordinal	Tipo Likert
Procesos reflexivos	Los procesos reflexivos pueden de ocurrir antes, durante y después de la acción. El ser reflexivo es uno de gran complejidad que permite ver como si fuera un espejo de las acciones, para así poder mejorar las malas acciones en un futuro (Burgos & Flores, 2017; Parada,	Numérica Discreta Ordinal	Tipo Likert

Constructo	Dimensiones e ítems	Tipo de Variable	Escala
	2017). Dicho constructo es medido por los ítems 30 al 43.		

La variable de idoneidad didáctica (variable dependiente) fue utilizada como una numérica discreta en las preguntas de análisis descriptivos y de forma ordinal para contestar las preguntas de inferencias. De igual manera ocurrió con la variable de los procesos reflexivos. En la siguiente tabla se indica cómo se interpretarán las variables en la investigación:

Tabla 2

Interpretación de las variables mediante las puntuaciones obtenidas

Variable	Puntuación Máxima	Proceso para adjudicar niveles	Clasificación	Tipo de análisis	Niveles/categorías
Idoneidad Didáctica	130 puntos en la sumatoria de los ítems relacionados a la variable.	La sumatoria obtenida en la parte de la idoneidad didáctica fue utilizada como numérica discreta. Mientras que para la clasificación ordinal se utilizarán los percentiles. Los niveles serán los siguientes: Percentil $>.75$ – Alta $.25 \leq$ Percentil $\leq .75$ Media Percentil $< .25$ Baja	Numérica Discreta Ordinal	Descriptivo Inferencia	N/A Alta Media Baja
Creencias	30 puntos en la sumatoria de cada categoría.	Se le adjudicó la categoría donde el maestro obtenga la puntuación más alta.	Nominal	Inferencia	Instrumentalista Platónica Resolución de Problemas

Variable	Puntuación Máxima	Proceso para adjudicar niveles	Clasificación	Tipo de análisis	Niveles/categorías
Procesos de Reflexión	70 puntos en la sumatoria de los ítems relacionados a la variable.	La sumatoria obtenida en la parte de los procesos reflexivos fue utilizada como numérica discreta. Mientras que para la clasificación ordinal se utilizarán los percentiles. Los niveles serán los siguientes: Percentil $>.75$ – Alta $.25 \leq$ Percentil \leq .75 Media Percentil $< .25$ Baja	Numérica Discreta Ordinal	Descriptivo Inferencia	N/A Alta Media Baja

Descripción del proceso de administración. El investigador diseñó el cuestionario en su versión electrónica a través de la plataforma virtual *Google Forms*. Para la versión electrónica del cuestionario se realizaron unas pruebas desde los distintos navegadores, dispositivos electrónicos y desde los dos giros a las pantallas de los celulares (i.e., horizontal y vertical) como lo recomendaron Dillman et al. (2014). El instrumento cumplió con los permisos y autorizaciones del DEPR los cuales son necesarios para radicar la autorización de una investigación en dicho ente (DEPR, 2020, Carta circular 11-2019-2020).

Para solicitar permiso y poder administrar el cuestionario electrónico se realizó la coordinación vía telefónica con los directores de las escuelas participantes del estudio. Así, se coordinaron visitas a estas escuelas a través de comunicación entre los directores de escuelas, facilitadores de la ORE y el investigador. En estas visitas se les informó la

importancia del estudio y cómo los resultados de este serían útiles para que, tanto las instituciones superiores formadoras de maestros de matemática y el DEPR mediante el desarrollo de políticas públicas y currículos, faciliten la adquisición de la idoneidad didáctica matemática. El investigador utilizó un diálogo motivacional sustentado en sus experiencias como maestro de Matemáticas que promovió la participación en la investigación.

Evidencias para la validez de las inferencias. Se realizaron procesos para garantizar que se cumplió con las evidencias de validez en torno al contenido, al proceso de respuesta y a la estructura interna. Las entidades *American Educational Research Association* (AERA) et al. (2014) afirmaron que la validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento mide lo que se pretende medir. AERA et al. mencionaron que la validez en torno al proceso de respuesta se refiere al análisis teórico y empírico de los procesos de respuesta que los participantes puedan ofrecer respecto al entendimiento del constructo y cómo proceder a responder el instrumento. Finalmente, estas entidades indicaron que en la validez respecto a la estructura se verifica el grado en que las relaciones entre los ítems del instrumento se ajustan al constructo y sus interpretaciones.

Para determinar la validez de las inferencias en torno al contenido, se realizó una revisión del cuestionario por un panel de expertos (Hernández et al., 2014) compuesto por tres personas profesionales y con experiencia en sus respectivas áreas: (a) una conocedora de área de construcción de instrumentos, (b) un conocedor del área de redacción y (c) otro conocedor de contenido en educación matemática secundaria. Mediante el uso de una planilla de especificaciones los expertos evaluaron el cuestionario y realizaron comentarios y observaciones para mejorar el mismo (ver apéndice C).

Dentro de los criterios que se evaluaron estaban la relevancia respecto al constructo, representatividad y claridad del constructo. En los primeros dos constructos los expertos indicaron si la relevancia y representatividad era mucha, moderada o poca para cada ítem del cuestionario. También, hicieron señalamientos en el área de comentarios provisto en la planilla de especificaciones. Entre los señalamientos de los expertos se encuentran: eliminar parte de las aseveraciones para evitar la exclusión de los participantes, eliminar términos o conceptos desconocidos para algunos maestros y especificar mejor algunas aseveraciones. Todas las recomendaciones, señalamientos y comentarios fueron incorporados al cuestionario final.

Como otra evidencia para la estructura interna del cuestionario, se observó desde la confiabilidad, la cual, en un proceso de medición, se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández et al., 2014). Para calcular la confiabilidad de los resultados de un instrumento de medición, se empleó la estimación del coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach, debido a que este permite obtener las respuestas de un grupo de personas a los ítems en un instrumento que se correlacionan entre sí y con todo el instrumento. El coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach es el procedimiento más popular para estimar la consistencia interna de las respuestas de un conjunto de ítems (*American Educational Research Association et al., 2018*). Aunque no hay una última palabra acerca de los valores aceptables del coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach, un valor alto (i.e., mayor de .70) es un indicador aceptable de la precisión o consistencia con el que los ítems miden el constructo o el asunto de interés (Medina-Díaz, 2010). Los resultados de este análisis se presentan en el capítulo IV.

Análisis de los datos

Para analizar los datos se utilizaron estadísticas descriptivas e inferenciales. Las pruebas estadísticas para el análisis descriptivo facilitaron la especificación de las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta al mismo (Hernández et al., 2014). Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables bajo estudio, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. Los análisis descriptivos se realizaron con las variables idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos en general y segregados por las variables sexo, años de servicio y grado en que ofrecen la materia. Estos análisis se realizaron en interacción con las variables bajo estudio (i.e., idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos), lo cual facilitó la identificación del cumplimiento de los supuestos o requisitos estadísticos para la parte inferencial (Pardo et al., 2009).

Como parte de las estadísticas inferencias se utilizaron la prueba *Chi* cuadrado, ANOVA de una vía, correlación bivalente (*r* de *Pearson*) y correlación monótona (*rho* de *Spearman*). La prueba *t* y el ANOVA de una vía se utilizaron para identificar diferencias (Pardo et al., 2009) respecto a la idoneidad didáctica, a partir de variables sociodemográficas (i.e., género, años de servicio y grado). La prueba *t* se realiza para identificar diferencias a partir de las medias entre dos grupos (Pardo et al., 2009). Por su parte, el ANOVA de una vía es una prueba estadística para analizar si más de dos grupos difieren entre sí de manera significativa en sus medias y varianzas (Pardo et al., 2009). En el estudio se realizó este análisis para la identificación de diferencias en torno a la idoneidad didáctica (numérica discreta) y los años de experiencia (ordinal).

El coeficiente de correlación de *Pearson* es un índice de asociación que acapara la mayor cantidad de los análisis de co-variación y su importancia, es la base para el cálculo de los puntos de partida del análisis multivariante con variables cuantitativas (Pardo et al., 2009). Este índice indica si existe relación entre las variables analizadas, cuantifica esa relación y el signo del coeficiente muestra la dirección de esta. Mientras que la correlación monótona de *Spearman* es una medida de correlación para variables en un nivel de medición ordinal; los individuos o unidades de la muestra pueden ordenarse por rangos (Pardo et al., 2009). Estos análisis se utilizaron para identificar relaciones entre variables específicas: primero entre la idoneidad didáctica (numérica discreta) y los procesos reflexivos (numérica discreta) mediante la correlación de Pearson y segundo entre el nivel de idoneidad didáctica (ordinal) y los niveles de reflexión (ordinal) mediante la correlación de Spearman.

Los análisis de este estudio se realizaron en el programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS). A través de estos análisis se observará el efecto del factor de forma individual y el efecto en forma colectiva sobre la variable dependiente. En la Tabla 3 se observa el desglose de los análisis que se realizarán mediante preguntas.

Tabla 3

Alineación de los propósitos, preguntas y análisis estadísticos

Propósitos	Pregunta	Estadística
Determinar el nivel de idoneidad didáctica de los maestros activos de Matemáticas del DEPR.	¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de Matemáticas del DEPR?	Estadísticas descriptivas
Especificar las diferencias si existe alguna entre la variable idoneidad didáctica (sumatoria) y las variables categóricas de los datos generales provistos por los maestros activos de Matemáticas del DEPR.	¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?	Estadísticas descriptivas Prueba <i>t</i> muestras independientes

Propósitos	Pregunta	Estadística
Determinar la relación existente entre las creencias de los maestros activos en la idoneidad didáctica matemática.	¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR?	ANOVA de una vía ANOVA de una vía Correlación monótona
Determinar la relación que guardan los procesos de reflexión de los maestros activos en la idoneidad didáctica matemática.	¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros de Matemáticas del DEPR?	Spearman rho Correlación bivalente (r de Pearson) y Correlación monótona (rho de Spearman)

Aspectos éticos

Dentro de los aspectos éticos se garantizó el anonimato de los participantes y se respetó su derecho a la privacidad. Otro aspecto de vital importancia fue el consentimiento informado y la responsabilidad del investigador en mantener todos los protocolos establecidos por CIPSHI acerca de la protección de los individuos en la investigación. En adición se tramitó el permiso para ejecutar investigaciones en el DEPR y se trasladó la solicitud de la investigación a la oficina de *Institutional Review Board*. En este estudio no se expuso a ningún participante a riesgo o peligro, ya sea físico o emocional. En la administración de los cuestionarios se tuvo la sensibilidad de no formular preguntas incómodas a los participantes, para garantizar el respeto a los seres humanos. Se utilizó un lenguaje apropiado y respetuoso, con la intención de no exasperar a los participantes. Toda información recopilada mediante los instrumentos diseñados para la investigación se mantuvo en custodia por el investigador encargado de analizar e interpretar la información. El investigador posee el certificado del Collaborative Institutional Training Initiative (CITI Program) el cual es un requerimiento de la Universidad de Puerto Rico para poder hacer investigaciones con seres humanos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Introducción

Esta investigación se enfocó en estudiar aspectos relacionados con la idoneidad didáctica, las creencias y los procesos reflexivos de los maestros de matemática de nivel secundario de una región educativa del norte de Puerto Rico del Departamento de Educación de Puerto Rico. El propósito del estudio fue establecer el nivel de idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico. Se determinó la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas y la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas del DEPR.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de las respuestas al cuestionario que se administró. Las secciones del capítulo se guían mediante las cuatro preguntas de investigación que se establecieron en el capítulo uno de este estudio. A través del capítulo, se puede notar la alineación entre los propósitos y las preguntas de investigación. Es importante resaltar que antes de indicar las partes que componen el capítulo, se detallan aspectos relacionados con los análisis que se realizaron y que permitieron la presentación de los resultados.

A continuación, se mencionan las diferentes abreviaturas que fueron utilizadas en el estudio para poder realizar los diferentes análisis estadísticos en SPSS. Las variables o términos son: idoneidad didáctica (ID), procesos reflexivos (PR), creencias (C), sumatoria de la idoneidad didáctica (IDTotal), sumatoria de los procesos reflexivos (PRTotal) y sumatorias de las creencias (CTotal). En el estudio la variable dependiente

fue la idoneidad didáctica y las variables independientes los procesos reflexivos y las creencias que estaban clasificadas en instrumentalistas, platónicas, resolución de problemas e instrumentalista con resolución de problemas. Mientras que los valores utilizados en SPSS para representar los datos demográficos y la escala Likert fueron:

- pregunta sobre género masculino (1) y femenino (2)
- pregunta sobre los años de servicio 0-5 (1), 6-10 (2), 11-15 (3) y 16 o más (4)
- pregunta referente al grado en el que ofrece la asignatura de matemáticas 6to-8vo (1) y 9no-12mo (2)
- en las preguntas sobre la ID, PR y C se utilizó la siguiente escala Likert: Totalmente de acuerdo (5), De acuerdo (4), Ni de acuerdo ni en desacuerdo (3), En desacuerdo (2) y Totalmente en desacuerdo (1)

Descripciones generales

Evidencias para la validez de las inferencias

El investigador estructuró el cuestionario a base de las teorías y exposiciones de autores expertos respecto a los constructos de idoneidad didáctica, competencias de reflexión y creencias respecto a la enseñanza de las Matemáticas. Previo a la administración, tres expertos evaluaron el contenido del cuestionario. Sus comentarios y recomendaciones fueron incorporadas. Una vez este se administró, con los datos recopilados se revisó la estructura interna del cuestionario, de manera global y por las tres partes que se corresponden con los constructos medidos. Esto se realizó a través del cálculo del alfa de Cronbach que permite determinar cómo las respuestas de un grupo de personas a los ítems de un instrumento se correlacionan entre sí y con todo el

instrumento. Un coeficiente de confiabilidad Alfa de Cronbach, un valor alto (i.e., mayor de .70) es un indicador aceptable de la precisión o consistencia con el que el conjunto de ítems mide el constructo o el asunto de interés (Medina-Díaz, 2010).

Hay que decir que este análisis se realizó con las puntuaciones que se obtuvieron en la administración formal del cuestionario electrónico. En efecto, no se realizó un estudio piloto porque se anticipó que la participación sería alrededor de 50 participantes.

Siguiéndose la recomendación de Fowler (2014), quien afirmó que el estudio piloto debe llevarse a cabo con 20 a 50 participantes similares a los que participaron. Además, luego de hacer el cálculo para saber la cantidad de participantes de la muestra ($n=33$) según la población de base ($N=188$), se determinó que no era necesario hacer un estudio piloto ya que la muestra voluntaria fue de 56 participantes.

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1} = \frac{188}{.05^2(188 - 1) + 1} = 33$$

Nota. E = error de estimación (.05); N = cantidad de la población; n = cantidad de muestra

Tabla 4

Consistencia de la estructura interna del cuestionario

Variable	Alfa de Cronbach	Cantidad de Ítems
Idoneidad didáctica	.962	26
Creencias	.802	18
Procesos reflexivos	.952	14
Total	.957	58

En la Tabla 4 se muestran los resultados de los cálculos del coeficiente de confiabilidad. Para medir la variable idoneidad didáctica se utilizaron 26 ítems (núms. 4-29) en la segunda sección del cuestionario. El coeficiente de confiabilidad para esta fue un Alpha de Cronbach de .962. Esto representa un buen valor de consistencia interna

bueno en la variable idoneidad didáctica. En la tercera sección del cuestionario se midieron los procesos reflexivos de los participantes y contaba con 14 ítems (núms. 30-43). Una vez realizada la prueba de Alpha de Cronbach para esta variable se obtuvo un valor de .952. En la cuarta sección se analizaron los ítems relacionados con la variable de las creencias. Con un total de 18 ítems (núms. 44-61) que se subdividen en seis para la creencia instrumentalista (núms. 44-49), seis para la creencia platónica (núms. 50-55) y seis para la creencia de resolución de problemas (núms. 56-61). El valor obtenido para esta variable en la prueba Alpha de Cronbach fue uno de .802. Por otro lado, la consistencia de la estructura interna del conjunto de las tres variables bajo estudio se encontró un valor de .957 para el Alpha de Cronbach, para el total de 58 ítems.

Descripción de los participantes

De una población total de 188 maestros de Matemáticas a nivel secundario en el Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) en una región educativa del norte participaron 56 maestros. Los aspectos sociodemográficos contestados por los participantes en las primeras tres preguntas fueron: (a) género, (b) años de servicio y (c) grado en el que ofrece la asignatura de matemáticas. En la Tabla 5 se presenta la distribución de los participantes según el género. El 26.8% son del género masculino, el 71.4% son del género femenino y una persona que no identificó su género. Esta distribución es proporcional a la de la población ya que de los 188, 28.7% son masculinos y 71.3% femeninos.

Tabla 5*Participantes del estudio según el género*

Género	<i>f</i>	%
Masculino	15	26.8%
Femenino	40	71.4%
No respondió	1	1.8%

Nota: % = Porcentaje; *f* = cantidad de maestros de matemáticas que contestó.

Los datos descriptivos según los años de servicio se presentan en la Tabla 6 y en esta se pueden observar la cantidad de participantes y el porcentaje de cada una de las categorías. Las categorías de años de servicio se dividen en 0-5, 6-10, 11-15 y 16 o más años de servicio. De los participantes dos personas no informaron cuantos años de servicio tenían como maestros de matemáticas del DEPR. Más del 50% de los participantes llevan 16 o más años de servicio en el DEPR lo que permite deducir que su formación como maestros la recibieron en la misma época que el investigador.

Tabla 6*Años de servicio de los participantes*

Años de servicio	M (%)	F (%)	Total (%)
0-5	1 (6.7)	4 (10.3)	5 (9.2)
6-10	0 (0.0)	7 (17.9)	7 (13.0)
11-15	3 (20.0)	10 (25.6)	13 (24.1)
16 o más	11 (73.3)	18 (46.2)	29 (53.7)
Total	15 (100%)	39 (100%)	54(100%)

Nota: % = Porcentaje; *M* = cantidad de masculino; *F* = cantidad de femeninas.

Los maestros se clasificaron en las categorías de nivel intermedio y nivel superior según el grado en el cual imparten la mayoría de los cursos. Estas categorías son de sexto-octavo grado y noveno-12° grado. En el nivel intermedio se clasificaron los maestros que ofrecen la mayor cantidad de cursos en los grados de sexto, séptimo y

octavo, mientras que los de nivel superior ofrecen la mayoría de los cursos en los grados de noveno, 10º, 11º y 12º. En la Tabla 7 se muestra la distribución por género y el nivel en que enseñan los participantes. Se puede observar que la proporción de varones ofreciendo las clases de matemáticas en el nivel superior es mayor que el de mujeres. Dos participantes no informaron el grado en el que ofrecen la asignatura de matemáticas.

Tabla 7

Grado en el que ofrecen los participantes el curso de matemáticas por sexo

		M (%)	F (%)	Total (%)
Grado en el que ofrece la asignatura de matemáticas	6to-8vo	2 (13.3)	14 (35.9)	16 (29.6)
	9no-12mo	13 (86.7)	25 (64.1)	38 (70.4)
Total		15 (100)	39 (100)	54 (100)

Hay que destacar que en esta investigación se exploró el tipo de creencias de los participantes sobre las matemáticas (i.e., creencias instrumentalistas, platónicas y de resolución de problemas) según las recomendaciones de Ernest (1991) y Gamboa (2014). Cabe afirmar que la mayoría de los participantes demostró tener creencias instrumentalistas (procesos mediante reglas u algoritmos). De acuerdo con la tabla 8, esto significa que la mayoría de los participantes tenía creencias instrumentalistas con un 46.4%, seguido de las creencias de resolución de problemas con un 41.1%. Por otro lado, la minoría de los participantes tenía una creencia platónica con un 3.6%. Luego del análisis de los datos, se estableció una nueva categoría combina la visión de las matemáticas como Resolución de problemas e instrumentalista ya que la puntuación de cuatro participantes fue la misma tanto para la resolución de problemas como para la instrumentalista.

Tabla 8*Frecuencia respecto a las creencias de los participantes*

Tipo de creencia	<i>f</i>	%	%a
Instrumentalistas	26	47	47
Platónicas	2	4	51
Resolución de Problemas	23	42	93
Instrumentalista y resolución de problemas	4	7	100

En la Tabla 9 se presenta la combinación de los datos sociodemográficos con cada una de las tres variables estudiadas. En la próxima sección (Exposición de los resultados) se analizan detalladamente.

Tabla 9*Frecuencia combinada entre variables*

Variable	Categorías	Variables sociodemográficas							
		Género		Años de servicio				Grado	
		<i>M</i>	<i>F</i>	0-5	6-10	11-15	16 o más	6°-8°	9°-12°
Idoneidad didáctica	Alta	4	10	4	1	2	7	2	11
	Media	3	11	1	1	1	10	3	11
	Baja	8	19	0	5	10	12	11	16
Creencias	Instrumentalistas	8	18	0	5	5	15	9	16
	Platónicas	0	2	0	0	0	2	1	1
	Resolución de Problemas	5	18	4	2	6	11	5	18
	Instrumentalista y resolución de problemas	2	2	1	0	2	1	1	3
Procesos reflexivos	Alta	0	0	0	0	0	0	0	0
	Media	11	33	5	6	8	24	9	34
	Baja	4	7	0	1	5	5	7	4

Exposición de los resultados

En los resultados se pretendió establecer la relación existente entre las creencias y los procesos reflexivos sobre la idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas activos en el DEPR de una región educativa del norte de Puerto Rico y la interacción entre las variables de manera empírica. También, se estableció el nivel de idoneidad didáctica, el nivel de los procesos reflexivos y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR. Por otro lado, se determinó la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas y, en adición, la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del DEPR. Finalmente se observaron las diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y grado en el que enseña).

¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de matemáticas del DEPR?

Esta pregunta hace referencia al nivel de idoneidad didáctica que tienen los maestros de matemáticas de una región educativa del norte de Puerto Rico del DEPR. En los ítems que miden esta variable se consideraron las siguientes facetas de la didáctica matemática: epistémica, ecológica, cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional del maestro según estipuladas por Godino (2011). La idoneidad didáctica de un proceso de instrucción se define como la articulación coherente y sistémica de estos seis componentes. Es complejo lograr un nivel alto de idoneidad didáctica global en un proceso de instrucción, y también valorarla, puesto que, involucra diversas facetas, que a su vez están estructuradas en distintos componentes. Además, ni las facetas ni los componentes son observables directamente y, por tanto, es necesario inferirlos a partir de indicadores empíricos (Godino et al., 2013).

Para establecer el nivel de idoneidad del maestro de matemáticas se estableció que los que tenían un percentil mayor de .75 (75%) serían clasificados en un nivel de idoneidad didáctica alto. De otro lado los que tengan un percentil de .25 (25%) a .75 (75%) serían clasificados en un nivel medio, mientras que los que tuviesen un percentil menor de .25 (25%) serían clasificados en un nivel bajo de idoneidad didáctica según (Godino, comunicación personal, 9 de marzo, 2021). En la Tabla 10 se puede observar que 25.5% de los participantes tienen una idoneidad didáctica alta, 25.5% tienen una idoneidad didáctica y el 49% de los participantes tuvo un nivel de idoneidad didáctica baja.

Tabla 10

Frecuencias de los niveles de Idoneidad didáctica

Nivel de Idoneidad didáctica	<i>n</i>	%
Baja	27	49%
Media	14	25.5%
Alta	14	25.5%
Caso no clasificado	1	N/A

Nota: N = Total de participantes; % = Porcentaje

Cuando se hizo el análisis de la distribución del nivel de idoneidad didáctica sobre la variable de género se encontró que el nivel de idoneidad baja fue mayor, tanto en el género femenino, como en el género masculino. En la Tabla 11 se presentan las distribuciones del nivel de idoneidad didáctica por género.

Tabla 11

Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y género

		M (%)	F (%)	Total
Nivel ID	Baja	8 (53.3)	19 (47.5)	27 (49)
	Media	3 (20.0)	11 (27.5)	14 (25.5)
	Alta	4 (26.6)	10 (25.0)	14 (25.5)
Total		15 (100)	40 (100)	55 (100)

Por otro lado, se analizó la distribución del nivel de idoneidad didáctica en relación con los años de servicio. En esta variable, de los 56 participantes solo respondieron la pregunta 54 de ellos. En la Tabla 12 se puede observar que los maestros más nuevos en el sistema escolar tienen mayor idoneidad didáctica que sus colegas que llevan más tiempo en el sistema escolar. Los que llevan entre 6 y 15 años presentan los niveles de idoneidad más baja. En los datos de la tabla el número entre paréntesis representa el porcentaje correspondiente a la frecuencia según los años de servicio.

Tabla 12

Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y sus años de servicio

		0-5	6-10	11-15	16 o más	Total
Nivel ID	Baja	0 (0.0)	5 (71.4)	10 (76.9)	12 (41.4)	27 (50.0)
	Media	1 (20.0)	1 (14.3)	1 (7.7)	10 (34.5)	13 (24.1)
	Alta	4 (80.0)	1 (14.3)	2 (15.4)	7 (24.1)	14 (25.9)
Total		5 (100)	7 (100)	13 (100)	29 (100)	54 (100)

En la Tabla 13 se presenta la distribución de la idoneidad didáctica por el nivel que enseñan los participantes. Se puede observar que el 68.8% de los maestros que enseñan en los grados 6to-8vo tienen un nivel de idoneidad bajo mientras que el 42.1% de los maestros de grados 9no-12do tienen el mismo nivel de idoneidad.

Tabla 13

Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y grados en los que ofrece el curso de matemáticas.

		6to-8vo	9no-12mo	Total
Nivel ID	Baja	11 (68.8)	16 (42.1)	27 (50.0)
	Media	3 (18.8)	11 (28.9)	14 (25.9)
	Alta	2 (12.5)	11 (28.9)	13 (24.1)
Total		16 (100)	38 (100)	54 (100)

¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?

Rivera (2010) indicó en su investigación, *La práctica reflexiva crítica de un grupo de maestras puertorriqueñas*, que la práctica reflexiva de las experiencias y las realidades de la vida de los maestros les permite abstraer de la realidad los elementos necesarios para una transformación de su ejecución efectiva en la didáctica matemática. Las cualidades intelectuales, experiencia (años de servicio), las ideas y la afectividad que el docente posea en el proceso de la didáctica matemática determinarán los niveles de motivación donde se fomenten el aspecto cognitivo, afectivo y social tratados en la idoneidad didáctica (Zumaeta et al., 2018).

Primeramente, se realizó una prueba t para grupos independientes para determinar las diferencias entre la idoneidad didáctica y el género de los participantes. Esta prueba es una paramétrica, cuyos supuestos son independencia de las puntuaciones intra y entre grupos, igualdad de varianzas y distribución normal. El primer supuesto se evidenció en la sección de descripción de los participantes. El segundo supuesto, la igualdad de varianzas, se verificó con la prueba de F de Levene. Esta fue no significativa ($p=.146$) por lo que se retuvo la hipótesis nula estadística de igualdad de varianzas (ver Tabla 14). El tercer supuesto, la distribución normal, se presumió según las recomendaciones de Pardo y San Martín (2010), quienes afirmaron que en la medida en que se tienen datos de una muestra de 40 o más, se aplica el teorema del límite central. Por tanto, se puede presumir normalidad, ya que la cantidad de participantes fue de 56.

Tabla 14*Prueba t para la idoneidad didáctica y el género de los participantes*

	Prueba t para igualdad de medias						Dif. de medias	Dif. de error estándar
	F	Sig	t	Grad. lib.	Sig			
					1-cola	2-colas		
Presunción de varianzas iguales	2.180	.146	.833	53	.204	.408	8.392	10.071
No presunción de varianzas iguales			1.157	51.85	.126	.253	8.392	7.253

Al realizar la prueba *t* para grupos independientes se obtuvo un valor *p* .408, el cual es mayor de .05, por lo que se retuvo la hipótesis nula estadística de igualdad de medias (ver Tabla 14). Esto significa que no existen diferencias entre las medias de la idoneidad didáctica respecto al género de los participantes.

Por otro lado, para verificar si existían diferencias entre los participantes por sus años de experiencia se realizó una prueba de ANOVA de una vía. Esta prueba es una paramétrica, cuyos supuestos son independencia de las puntuaciones y distribución normal. El primer supuesto se evidenció en la sección de descripción de los participantes; pues cada puntuación es independiente por sujeto. El segundo supuesto, el de la distribución normal, se presumió según las recomendaciones de Pardo y San Martín (2010), quienes afirmaron que en la medida en que se tienen datos de una muestra de 40 o más, se aplica el teorema del límite central. Por tanto, se puede presumir normalidad ya que la cantidad de participantes fue de 56.

Al realizar la prueba ANOVA de una vía con las variables de idoneidad didáctica y los años de servicio, se obtuvo valor *p* de .025, el cual es menor de .05, por lo que se rechazó la hipótesis nula estadística de igualdad de medias. Esto significa que existen diferencias entre, de al menos una de las medias de la idoneidad didáctica de los grupos formados a

base de los años de servicio de los participantes. Se puede observar el valor del resultado de esta prueba en la Tabla 15.

Tabla 15

Prueba ANOVA de una vía para la idoneidad didáctica y los años de servicio de los participantes

	Suma de cuadrados	gl	Media al cuadrado	F	Sig.
Entre grupos	9980.352	3	3326.784	3.375	.025
Intra grupo	49291.963	50	985.839		
Total	59272.315	53			

Nota: ID = Idoneidad didáctica; gl = grados de libertad; F = valor observado de la prueba; Sig. = significancia

Como la prueba de ANOVA de una vía se realizó a base de cuatro grupos (i.e., categorías de años de servicio), no se puede determinar a priori entre que grupos existe diferencia. Por tanto, se realizaron pruebas *Post hoc* (Tukey y LSD). Tanto las pruebas Tukey como LSD presentaron diferencias entre los participantes de 0 a 5 años de servicio y los que tenían entre 11 a 15 años de servicio. La prueba de Tukey arrojó un valor *p* de .048 mientras que el valor *p* en la prueba LSD fue de .010. Estos resultados y otra comparativas se pueden observar en la Tabla 16 que aparece a continuación.

Tabla 16

Pruebas Post hoc para la idoneidad didáctica entre los años de servicio de los participantes

	(I) Años de servicio	(J) Años de servicio	Diferencia significativa (I-J)	Error estándar	Sig.	95% Intervalo de confiabilidad	
						Límite inferior	Límite Superior
Tukey HSD	0-5	6-10	34.771	18.385	.245	-14.09	83.63
		11-15	44.200*	16.523	.048	.29	88.11
		16 o más	18.062	15.204	.637	-22.34	58.47
	6-10	0-5	-34.771	18.385	.245	-83.63	14.09
		11-15	9.429	14.720	.918	-29.69	48.55
		16 o más	-16.709	13.222	.590	-51.85	18.43

	11-15	0-5	-44.200*	16.523	.048	-88.11	-.29
		6-10	-9.429	14.720	.918	-48.55	29.69
		16 o más	-26.138	10.480	.073	-53.99	1.71
	16 o más	0-5	-18.062	15.204	.637	-58.47	22.34
		6-10	16.709	13.222	.590	-18.43	51.85
		11-15	26.138	10.480	.073	-1.71	53.99
LSD	0-5	6-10	34.771	18.385	.064	-2.16	71.70
		11-15	44.200*	16.523	.010	11.01	77.39
		16 o más	18.062	15.204	.240	-12.48	48.60
	6-10	0-5	-34.771	18.385	.064	-71.70	2.16
		11-15	9.429	14.720	.525	-20.14	38.99
		16 o más	-16.709	13.222	.212	-43.27	9.85
	11-15	0-5	-44.200*	16.523	.010	-77.39	-11.01
		6-10	-9.429	14.720	.525	-38.99	20.14
		16 o más	-26.138*	10.480	.016	-47.19	-5.09
	16 o más	0-5	-18.062	15.204	.240	-48.60	12.48
		6-10	16.709	13.222	.212	-9.85	43.27
		11-15	26.138*	10.480	.016	5.09	47.19

* Significación con un alfa de .05

Finalmente, se realizó una prueba *t* para grupos independientes para determinar las diferencias entre la idoneidad didáctica y el grado en que enseñan los participantes. Esta prueba es una paramétrica, cuyos supuestos son independencia de las puntuaciones intra y entre grupos y distribución normal. El primer supuesto se evidenció en la sección de descripción de los participantes; pues cada puntuación es independiente por sujeto. El segundo supuesto, la igualdad de varianzas, se verificó con la prueba de *F* de Levene. Esta fue no significativa ($p=.05$) por lo que se retuvo la hipótesis nula estadística de igualdad de varianzas (ver Tabla 17). El tercer supuesto, la distribución normal, se presumió según las recomendaciones de Pardo y San Martín (2010), quienes afirmaron que en la medida en que se tienen datos de una muestra de 40 o más, se aplica el teorema del límite central. Por tanto, se puede presumir normalidad, ya que la cantidad de participantes fue de 56.

Tabla 17

Prueba t para la idoneidad didáctica y el grado en el que ofrece la asignatura de matemáticas

	Prueba t para igualdad de medias							Dif. de error estándar
	F	Sig	t	Grad. lib.	Sig		Dif. de medias	
					1-cola	2-colas		
Presunción de varianzas iguales	4.123	.050	-2.71	52	.014	.027	-21.687	9.550
No presunción de varianzas iguales			-1.911	20.487	.035	.070	-21.687	11.350

Al realizar la prueba *t* para grupos independientes se obtuvo un valor *p* de .027, el cual es menor de .05, por lo que se rechazó la hipótesis nula estadística de igualdad de medias. Esto significa que existen diferencias entre las medias de la idoneidad didáctica respecto al grado en que enseñan los participantes (6to-8vo grado y los que enseñan de 9no-12mo grado). Se puede observar el valor del resultado de esta prueba en la Tabla 17.

¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR?

En las estadísticas descriptivas de la variable creencias se observó que el 47.3% de los participantes tenían una creencia instrumentalista, el 3.6% tenían una creencia platónica, el 41.8 de resolución de problemas y el 7.3% tenían una creencia mixta entre el instrumentalista y resolución de problemas. A continuación, se pueden observar los datos.

Tabla 18

Tipo de creencia de los participantes

	<i>f</i>	%	%a
Válidos Instrumentalista	26	47.3	47.3
Platónica	2	3.6	50.9
Resolución de Problemas	23	41.8	92.7
Instrumentalista y Resolución de Problemas ^a	4	7.3	100.0
Total	55	98.2	

Casos perdidos	1	1.8
Total	56	100.0

Nota: F = frecuencia; % = porcentaje; %a = porcentaje acumulado

^a Estas categorías se presentan unidas porque, según los resultados, cuatro participantes presentaron igualdad la misma puntuación en tipo de creencia instrumentalista y de resolución de problemas.

En la tabla 19 se pueden observar los resultados encontrados de las frecuencias entre el cruce de las variables idoneidad didáctica y tipo de creencia. La mayor cantidad de participantes con un nivel de idoneidad alta tienen un tipo de creencia instrumentalista (50%), seguidos de los participantes con un tipo de creencia de resolución de problemas (35.7%). El tipo de creencia con los porcentos más bajos en los tres niveles de idoneidad didáctica (Alto, Medio u bajo) lo fue la creencia Platónica. El 7.3% de los participantes estaban entre las creencias instrumentalistas y la resolución de problemas.

Tabla 19

Frecuencias cruzadas entre el nivel de idoneidad didáctica y el tipo de creencia

Tipo de Creencia	Nivel de Idoneidad			Total
	Baja	Media	Alta	
Instrumentalista	16 (59.3%)	3 (21.4%)	7 (50%)	26 (47.3%)
Platónica	1 (3.7%)	1 (7.1%)	0 (0%)	2 (3.6%)
Resolución de Problemas	9 (33.3%)	9 (64.3%)	5 (35.7%)	23 (41.8%)
Instrumentalista y Resolución de Problemas	1 (3.7%)	1 (7.1%)	2 (14.3%)	4 (7.3%)
Total	27	14	14	55

Para determinar si existía relación entre el nivel de idoneidad didáctica y el tipo de creencia de los participantes se realizó la prueba de Spearman rho. Se encontró que $r = .172$, por tanto, se retiene la hipótesis nula de que no existe asociación entre las variables. En la Tabla 20 se puede observar el resultado de la prueba de Spearman rho para verificar esta correlación.

Tabla 20*Coefficiente de Spearman rho para la idoneidad didáctica y el tipo de creencia*

			Nivel ID	Tipo creencia
Spearman's rho	Nivel ID	Coeficiente de correlación	1.000	.187
		Sig. (2-colas)	.	.172
		N	55	55
	Tipo creencia	Coeficiente de correlación	.187	1.000
		Sig. (2-colas)	.172	.
		N	55	55

Nota. ID = Idoneidad didáctica.

¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros de Matemáticas del DEPR?

La práctica reflexiva es un recurso importante, ya que son infinitos los procesos y situaciones que se presentan en la didáctica matemática que ameritan de una toma de decisiones de forma asertiva. La competencia reflexiva le exige un pensamiento sistemático sobre la práctica y disposición para comprender los conflictos profesionales mediante la revisión continua en los procesos de enseñanza y aprendizaje de su práctica mediante la reflexión (Burgos & Flores, 2017).

El nivel de idoneidad en los aspectos cognitivos de las matemáticas y la didáctica de estos los convierte en el eje central para conseguir la eficacia en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La interacción del conocimiento de contenido, conocimiento pedagógico del contenido y conocimiento curricular convergerán en la idoneidad de la didáctica de las matemáticas. Una vez realizado un análisis reflexivo el docente pondrá en la acción todo el conocimiento holístico que posee para poder comprender la manera correcta de presentar el objeto matemático según la situación contextual y las necesidades particulares de la audiencia, lo que a la vez se transforma en

un proceso de alta idoneidad didáctica (Godino, 2011). El proceso de reflexión debe suceder antes, durante y después de la acción y a la vez debe jugar un papel importante en la práctica de los maestros de Matemáticas. El ser reflexivo es un proceso de gran complejidad que alcanza niveles óptimos con la experiencia educativa (Parada, 2017).

En la siguiente tabla se puede observar que el 100% de los participantes que tienen un nivel de idoneidad alta tienen un nivel de procesos reflexivos medio. La mayor cantidad de participantes tiene un nivel de idoneidad didáctico bajo con unos niveles de procesos reflexivos medios.

Tabla 21

Frecuencia cruzada entre el nivel de idoneidad didáctica y el nivel de procesos reflexivos

		Nivel de Idoneidad			Total
		Baja	Media	Alta	
Nivel de PR	Baja	10 (37%)	1 (7.1%)	0 (0%)	11 (20%)
	Media	17 (63%)	13 (92.9%)	14 (100%)	44 (80%)
Total		27	14	14	55

Nota: PR = Procesos reflexivos

En esta pregunta de investigación sobre la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos se realizó la prueba de Spearman rho para determinar la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos. La significación estadística de la relación fue $p = .002$, lo que es indicativo de que existe una relación entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos reflexivos. Los resultados se observan en la próxima Tabla 22.

Tabla 22*Coefficiente de Spearman rho para la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos*

			Nivel ID	Nivel PR
Spearman's rho	Nivel ID	Coefficiente de Correlación	1.000	.415**
		Sig. (2-colas)	.	.002
	N		55	55
	Nivel PR	Coefficiente de Correlación	.415**	1.000
		Sig. (2-colas)	.002	.
		N	55	55

Nota: ID = Idoneidad didáctica; PR = Procesos reflexivos; Sig. = significación

** significación con un alfa de .05

Por otro lado, se realizó la prueba del coeficiente r de Pearson. Esta prueba es una paramétrica, cuyos supuestos son independencia de las puntuaciones y distribución normal. El primer supuesto se evidenció en la sección de descripción de los participantes; pues cada puntuación es independiente por sujeto. El segundo supuesto, el de la distribución normal, se presumió según las recomendaciones de Pardo y San Martín (2010), quienes afirmaron que en la medida en que se tienen datos de una muestra de 40 o más, se aplica el teorema del límite central. Por tanto, se puede presumir normalidad ya que la cantidad de participantes fue de 56.

Luego de realizar el análisis de correlación de Pearson entre las variables de idoneidad didáctica y procesos reflexivos (ver Tabla 23) se obtuvo $r = .936$ con $p < .001$, lo que permite concluir que existe relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes en el estudio. Al revisar el coeficiente de correlación este fue de $r = .936$, lo que significa que es una correlación positiva y alta entre las dos variables; a mayor nivel de procesos reflexivos, mayor idoneidad didáctica.

Tabla 23

Coefficiente de correlación R_{xy} de Pearson para la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos

		ID Total	PR Total
ID Total	Correlación de Pearson	1	.936**
	Sig. (2-colas)		<.001
	N	56	56
PR Total	Correlación de Pearson	.936**	1
	Sig. (2-colas)	<.001	
	N	56	56

Nota: ID = idoneidad didáctica; PR = procesos reflexivos

** significación con un alfa de .001

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Introducción

En la presente investigación se estudiaron aspectos relacionados con la idoneidad didáctica, las creencias y los procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas de nivel secundario de una región educativa del norte de Puerto Rico del Departamento de Educación de Puerto Rico. El estudio tuvo cuatro propósitos: (a) establecer el nivel de idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico, (b) determinar la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias sobre las matemáticas, (c) determinar relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas del DEPR y (d) establecer las diferencias que existen entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña. Participaron 56 maestros de matemáticas de nivel secundario (grados 6to. a 12do.). Los participantes según el género se dividieron en 15 masculinos para un 26.8%, 40 femeninas para un 71.4% y una persona que no identificó su género para una representación de 1.8%.

En este estudio se utilizan las siguientes definiciones para las variables bajo estudio: La idoneidad didáctica es el grado en que el proceso de instrucción reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo o adecuado (de calidad) para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno) (Godino et al., 2017, p. 101). Las creencias son conocimientos subjetivos, generados a nivel particular

por cada individuo, para explicar y justificar sus acciones. Las mismas no se fundamentan sobre la racionalidad, sino sobre los sentimientos, las experiencias y la ausencia de conocimientos específicos (Moreno, 2000). Las creencias son conocimientos subjetivos, generados a nivel particular por cada individuo, para explicar y justificar sus acciones. Las mismas no se fundamentan sobre la racionalidad, sino sobre los sentimientos, las experiencias y la ausencia de conocimientos específicos (Moreno, 2000). Mientras que los procesos de reflexión se caracterizan por la continua interacción entre el pensamiento y la acción. Schön (1983, p. 50) describe al práctico reflexivo como la persona que “reflexiona sobre las comprensiones implícitas en la propia acción, que las hace explícitas, las critica, reestructura y aplica en la acción futura”.

Este capítulo contiene cinco apartados que se describen a continuación: conclusiones generales, interpretación de resultados y conexión con la literatura, limitaciones de la investigación, recomendaciones para estudios futuros y recomendaciones para los maestros de matemáticas respecto a la idoneidad didáctica, respecto a las creencias y los procesos reflexivos.

Conclusiones generales

Las conclusiones de esta investigación se presentan en referencia a cada una de las preguntas de esta investigación. Luego, debajo de estas, se ofrece una breve explicación contextualizada.

¿Qué nivel de idoneidad didáctica tienen los maestros de matemáticas del DEPR?

- El nivel de idoneidad de los maestros de matemáticas participantes, en general, fue bajo. No obstante, se observó que un grupo pequeño de participantes evidenció un nivel de idoneidad alto.

- A nivel internacional persiste una clara tendencia de interés en la formación de docentes de Matemáticas con énfasis en la planificación y el desarrollo de la idoneidad en las diferentes competencias (i.e. práctica reflexiva, modificación de creencias) que necesitan tanto los futuros docentes como los maestros activos, a los que se les cree conciencia de los indicadores y criterios que complementan cada faceta en la idoneidad didáctica para tener un nivel de idoneidad didáctica alto (Breda et al., 2018; Godino et al., 2006).

¿Existen diferencias entre la idoneidad didáctica de los grupos de maestros a partir de las variables categóricas (género, años de servicio y nivel en que enseña)?

- Respecto al género, puede afirmarse que no se observan diferencias estadísticamente significativas respecto a la idoneidad didáctica observada.
- Esto evidencia que el nivel de idoneidad no depende del género del maestro. Pues, la idoneidad didáctica de un proceso de instrucción es aquello que se conoce como lo que sería óptimo o idóneo para poder realizar eficazmente todas las acciones que implican dicho proceso. En el mismo se abarcan las seis facetas de la idoneidad antes mencionadas: afectiva, cognitiva, mediacional, interaccional, ecológica y epistémica (Morales & Font, 2018). En relación con los años de servicio, los maestros con más años de servicio tienden a tener un nivel de idoneidad medio o bajo.
- Puede decirse que la experiencia profesional del maestro es indicativa de alguna forma del nivel de idoneidad didáctica. Para lograr el nivel de idoneidad óptimo se necesita una combinación de aspectos teóricos y

prácticos. Parte de ellos deben provenir de la formación y otra parte del desarrollo profesional.

- En lo que se refiere al grado en el que los participantes ofrecían las asignaturas de matemáticas, puede afirmarse que la mayoría de los maestros tiene un nivel bajo, sin importar el grado.
 - Puede indicarse que los maestros de Matemáticas en general tienden a un nivel de idoneidad didáctica bajo. Tal vez esto tenga alguna relación con la formación que se recibe y el contexto en el que se desempeña el maestro. Pues, los cambios constantes en las facetas que influyen en la idoneidad harán que el maestro demuestre un nivel bajo si no recibe el desarrollo profesional idóneo (Morales & Font, 2018).

¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR?

- El nivel de idoneidad didáctica y las creencias de los maestros de Matemáticas del DEPR no se relacionan estadísticamente.
 - Así pues, puede afirmarse que las creencias de los participantes no influyen en el nivel de idoneidad didáctica que estos tengan. O sea que no importa si estos tienen creencias instrumentalistas, platónicas, de resolución de problemas o instrumentalistas resolutivas, su nivel de idoneidad no se verá afectado.

¿Qué relación (en términos estadísticos) existe entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros de Matemáticas del DEPR?

- Existe relación estadísticamente significativa entre el nivel de idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros participantes.

Esto significa que los procesos reflexivos influyen en el nivel de idoneidad didáctica de los maestros participantes: mientras mayor sean los procesos reflexivos, mayor será nivel de idoneidad didáctica.

- Es indispensable el desarrollo de la competencia reflexiva en la formación de docentes de Matemática que, a su vez, les exige un pensamiento sistemático sobre la práctica y disposición a comprender los conflictos profesionales mediante la revisión continua en los procesos de enseñanza y aprendizaje de su práctica mediante la reflexión para alcanzar unos niveles de competencias en la didáctica matemática (Brookfield, 1994; Burgos & Flores, 2017; Ernest, 1991; Hickson, 2011; Schön, 1994).

Interpretación de los resultados y conexión con la literatura

La noción de idoneidad didáctica, sus dimensiones y criterios son recursos que transitan de una didáctica descriptivo–explicativa a una didáctica normativa; esto es, se orienta hacia la intervención efectiva en el aula. Es complejo lograr una alta idoneidad didáctica global en un proceso de instrucción, y también valorarla, puesto que, involucra diversas dimensiones, que a su vez están estructuradas en distintas facetas. Además, ni las dimensiones ni las facetas son observables directamente y, por tanto, es necesario inferirlos a partir de indicadores empíricos (Godino et al., 2013). Esta noción de idoneidad abarca las seis facetas: afectiva, cognitiva, mediacional, interaccional, ecológica y epistémica (Morales & Font, 2018).

En términos generales mediante los resultados de este estudio se develó el nivel de idoneidad didáctica de los maestros participantes. Dentro de los resultados encontrados se puede concluir que cerca de un 49% de los participantes tienen un nivel de idoneidad

didáctico bajo. Estos resultados pueden ser el reflejo de muchos factores dentro de las seis dimensiones (i.e., epistémica, cognitiva, mediacional, emocional, interaccional y ecológica) a las que los maestros de matemáticas se enfrentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En efecto, los constantes cambios en estas dimensiones muchas veces pueden llevar al maestro a un nivel de competencia en la idoneidad didáctica menor, ya que este necesita exposición a diferentes capacitaciones para poder evolucionar y muchas veces no recibe dichas capacitaciones o educaciones continuas (Godino et al., 2013; Morales & Font, 2018).

En relación con este resultado, hay que decir que para poder adquirir una competencia o nivel de idoneidad didáctica alto el maestro debe estar predispuesto al cambio constante en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Valeeva y Shahirova (2015) en su investigación encontraron que la adquisición de un alto nivel de competencias no es posible sin un gran entrenamiento holístico que permita el desarrollo profesional. Por tanto, para lograr el nivel de idoneidad óptimo se necesita una combinación de aspectos teóricos y prácticos. Parte de ellos deben provenir de la formación y otra parte del desarrollo profesional. Los hallazgos de esta investigación indican que es necesaria una coordinación entre las instituciones encargadas de la formación de maestros y las encargadas del desarrollo profesional en el área de la práctica reflexiva.

Según NCLB el maestro altamente cualificado (alto nivel de idoneidad didáctica, Godino et al., 2007) posee: (a) bachillerato en la materia que enseña, (b) certificación del estado donde enseña y (c) muestra conocimiento sobre la materia que enseña. Sin embargo, un maestro altamente cualificado no implica que sea altamente competente. Para el NCTM proyectar un alto nivel de competencia es demostrar vastos conocimientos

en la materia que enseña con créditos graduados o evidenciar un diploma a nivel graduado de una institución acreditada en educación (NCLB, 2001).

En lo que se refiere a este señalamiento, puede mencionarse una posible explicación a base de la investigación de Gonzalo et al., (2019), quienes concluyeron que la resolución de problemas debe ser trabajada en continuo desarrollo profesional para tener una idoneidad didáctica de calidad. En su investigación ellos encontraron que un gran porcentaje de profesores declaró que trabajaba la resolución de problemas de matemática, y por otro lado, existen profesores que no lo hacen por no tener la preparación en su formación académica y no contar con el tiempo suficiente en su jornada laboral para poder abordarla de manera correcta. Cuando se trabaja la resolución de problemas, se desarrollan tanto habilidades cognitivas como habilidades transversales, lo que queda de manifiesto en el componente de idoneidad didáctica en el que los profesores manifiestan que en sus prácticas pedagógicas respecto a la resolución de problema promueven la participación, perseverancia y responsabilidad de sus estudiantes, habilidades que son necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo académico y laboral del siglo XXI.

En adición, se encontró que con mayor cantidad de años de servicio los maestros activos del Matemáticas del DEPR tienden a tener un nivel de idoneidad didáctica bajo, una contradicción, ya que un grupo de participantes de 0-5 años de servicio (poca experiencia) tenía un nivel de idoneidad alto. Tal vez, esto responde a alguno de los componentes del síndrome de Burnout (i.e., cansancio o agotamiento emocional, despersonalización y abandono de la realización personal) o que durante el paso de los años el maestro no recibe talleres o educaciones continuas que lo mantengan actualizado en los cambios constantes del proceso de enseñanza y aprendizaje en las matemáticas.

Esto puede ser objeto de investigación, ya que es un resultado que llama la atención respecto a lo que implica tener un nivel de idoneidad didáctica alto.

Así pues, añadiéndose más argumentación acerca de la diferencia que se encontró en el nivel de idoneidad respecto a los años de servicio, Pochulu et al. (2016) señalaron que una de las cualidades que debe poseer un maestro con altos niveles de competencia es la reflexión de su práctica docente. Los procesos reflexivos se perfeccionan con la experiencia, lo que contradice los resultados encontrados. Según Pochulu et al., en el proceso de autorreflexión, el docente debe analizar: las prácticas matemáticas realizadas en el proceso de instrucción, los objetos y procesos matemáticos activados en dichas prácticas, las interacciones realizadas en el proceso de instrucción, identificar los sistemas de normas y meta normas que regulan el proceso de instrucción y la utilización de criterios de idoneidad didáctica para la valoración del proceso de instrucción que permita alcanzar competencias de calidad en la didáctica de las matemáticas.

También, se encontró que el tipo de creencia no se asocia con el nivel de idoneidad didáctica, o sea, que no importa si un maestro tiene creencias instrumentalistas, platónicas, resolución de problemas u instrumentalista-resolución de problemas. Esto contradice lo que Mosvold y Fauksanger (2014) e Hidalgo et al. (2015) mencionaron sobre la importancia de modificar las creencias sobre el conocimiento matemático en el proceso de enseñanza de las matemáticas para tener un óptimo nivel de competencia de idoneidad didáctica. En efecto, Mosvold y Fauksanger afirmaron que, para mantener un balance entre el conocimiento de contenido y el conocimiento personal, es importante reflexionar sobre las creencias.

Finalmente se encontró que, aunque ninguno de los participantes tenía un nivel de procesos reflexivos alto, existe una relación entre el nivel de los procesos reflexivos y el nivel de idoneidad didáctica. Ante esto el maestro debe ser una persona reflexiva constantemente en la didáctica matemática. Precisamente, el proceso de reflexión debe suceder antes, durante y después de la acción y a la vez este debe jugar un papel importante en la formación de maestros de Matemáticas. El ser reflexivo es un proceso de gran complejidad que permite visualizar nuestras acciones, y anteponer las acciones positivas en un futuro. El mismo debe ocurrir mediante la introspección y evaluación constante de parte del maestro activo donde pueda analizar y pensar sobre lo que se hace, lo que no se debería hacer y lo que no se debe hacer (Parada, 2017). Esta reflexión en el proceso debe ser una reflexión crítica la cual se define como la “evaluación sistemática de un rango de factores complejos cuyo resultado es un juicio o decisión sobre el curso de una acción o respuesta futura (Watts & Lawson, 2009, p. 610).

Por su parte, Mallart et al. (2016) señalaron que en la idoneidad didáctica la construcción de las situaciones debe ser divergente, reflexiva y de persistencia donde el estudiante acepte el reto. Dentro de la didáctica de la matemática se presenta un lenguaje informal, el cual se relaciona con lo que significa un concepto u objeto para el docente. Ante esta situación social que se ofrece en el proceso de enseñanza y aprendizaje el maestro de Matemática debe reflexionar y analizar constantemente las siguientes categorías: situaciones-problema, lenguajes, conceptos y definiciones, proposiciones y propiedades, procedimientos y por último los argumentos y justificaciones (Beltrán et al., 2018).

Por su parte, Rivera (2010) concluyó que un maestro reflexivo crítico primero denuncia, segundo actúa y finalmente transforma. En este proceso la acción es la praxis de forma dialógica y comunitaria donde las acciones del pensamiento reflexivo generan opciones de cambio en los sistemas educativos. Esto implica que desarrollar la competencia reflexiva del docente en formación es vital para que este sea capaz de transformar su práctica de una manera efectiva, antes, durante y después de la práctica docente para poder alcanzar una idoneidad didáctica de calidad.

Limitaciones de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo a través de un muestreo por conveniencia. El 29.8% de la población completó el cuestionario, la elección de estas personas participantes no se realizó de forma aleatoria. Por tanto, los resultados no pudieron ser generalizados a toda la población. Es importante resaltar que la población objetivo era de 188 maestros de matemáticas entre los grados de 6° a 12° y que la participación por género en cada nivel fue proporcional a la población.

Para la recopilación de los datos, tal y como fue aprobado por el Comité para la Protección de los Derechos Humanos en la Investigación, se envió la invitación por correo electrónico a todos los maestros de matemáticas de nivel secundario de la ORE, pero también él investigador se comunicó con los facilitadores de Matemáticas, la directora del programa de Matemáticas y el subsecretario del DEPR para hacer recordatorios a los maestros de completar el cuestionario. La parte limitante se centró en que la mayoría de los números de teléfonos de las escuelas participantes estaban fuera de servicio, por lo que el investigador necesitó comunicación constante con los facilitadores

de Matemáticas para poder conseguir números alternos para contactar a los directores de las escuelas participantes.

No se puede omitir que la época en la que ocurrió la investigación la comunicación presencial se vio afectada por la pandemia del Covid-19. Ante esta situación el investigador tuvo que recurrir también a comunicaciones con colegas conocidos de las escuelas participantes para poder motivar a los maestros a participar de la investigación.

Por último, pero no menos importante, otra de las limitaciones y a la vez preocupación fue que, aunque la directora de Matemáticas de DEPR facilitó el directorio de las escuelas participantes de la región educativa del norte de Puerto Rico objeto de estudio, algunos directores contactados declinaron ofrecer información y no estuvieron disponibles para establecer comunicación con los maestros de Matemáticas de sus escuelas.

Recomendaciones

Luego del análisis llevado a cabo en este estudio, se recomienda hacer un programa de desarrollo profesional continuo, en el cual se puedan desarrollar los procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del DEPR, sin importar los años de experiencia, preparación académica, contrato o permanencia laboral. Organizar diversos encuentros reflexivos que permitan a los maestros autoevaluarse para desarrollar las competencias necesarias en la didáctica matemática. Así, se propone a las autoridades correspondientes realizar una evaluación interna con propósitos formativos en los centros encargados de la preparación profesional de maestros de matemáticas a nivel secundario. Ante esta situación sería recomendable una revisión minuciosa de los currículos de formación de docentes y de los programas de desarrollo profesional en los que participan los maestros

activos de matemáticas. Se debe prestar mayor atención a los maestros que llevan más tiempo en sistema y a los del nivel intermedio.

Otra recomendación es que las autoridades académicas desarrollen certificaciones dirigidas a las variables trabajadas en dicho estudio (i.e., idoneidad didáctica, procesos reflexivos y creencias). De esta manera, los maestros podrían desarrollar su conocimiento sobre estas y reconocer como estas pudieran ampliar sus competencias para mejorar su desempeño académico. Igualmente, el DEPR debe identificar maestros con experiencia que cuenten con un nivel de idoneidad didáctico alto y en colaboración desarrollar actividades, talleres y educación continua para ayudar aquellos maestros con un nivel de idoneidad didáctica medio o bajo. Desde el enfoque de la idoneidad didáctica, Godino et al. (2013) propusieron que la formación de los conocimientos y la didáctica matemática deben imbricarse, ya que esto permite desarrollar el constructo del conocimiento didáctico matemático lo que permite la integración de la parte cognitiva y la didáctica matemática en la formación de futuros docentes.

Sugerencias para estudios futuros

- Replicar este estudio en otras Regionales Educativas del DEPR y por nivel académico, para auscultar alguna necesidad de formación académica profesional que permita a la institución añadir o eliminar talleres o simposios profesionales para la adquisición de las competencias de los procesos reflexivos y la idoneidad didáctica. Esto permitiría al DEPR llevar a cabo desarrollos profesionales que sean de mayor eficiencia y pertinencia al profesorado del programa académico de matemática. Pues, la necesidad de una facultad, puede ser la fortaleza de otra y así pudieran identificar recursos

humanos dentro del DEPR que pudieran ser facilitadores en el desarrollo de competencias indispensables en la didáctica matemática.

- Se podría realizar un estudio similar con interacción de las variables nivel de idoneidad didáctica, nivel de los procesos reflexivos y las variables sociodemográficas (i.e., años de servicio y grado en que enseña), pero solo con mujeres, ya que la mayoría de la población y los participantes de esta investigación fue femenina.
- Se recomienda hacer el estudio con una muestra aleatoria, debido a que esto permitiría generalizar y, por consiguiente, llevar a cabo inferencias de la población. En esta investigación con la muestra aleatoria se debería tener el cuestionario en los idiomas de inglés y español para beneficios de aquellos maestros que dominen un idioma más que otro. Esto podría también redundar en una mayor participación de parte de los maestros de matemáticas del DEPR.
- Se recomienda realizar investigaciones para ver la relación entre el nivel de idoneidad didáctica y las variables (años de servicio, grado en que enseña y materia que enseña).
- Se recomienda realizar estudios con variables de corte emocional (actitud, motivación, estado de ánimo, ansiedad, carga de trabajo etc.) para ver como estas se relacionan con el nivel de idoneidad didáctica.
- Se recomienda realizar un estudio sobre el nivel de idoneidad entre las diferentes dimensiones de la idoneidad didáctica (epistémica, ecológica,

cognitiva, afectiva, interaccional y mediacional) y como estas se relacionan entre sí.

- Se recomienda realizar un estudio para verificar la relación entre los niveles de idoneidad didáctica en las diferentes fases del proceso reflexivo (Antes, durante y después de la acción) del proceso de instrucción.

Recomendaciones para los maestros de matemáticas

Se recomienda a los maestros de Matemáticas indagar sobre su práctica docente de una manera responsable y constante. El análisis frecuente de los resultados de su práctica le permitirá al maestro modificar su planificación, actividades y evaluaciones dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje. Consecuentemente, el nivel de su práctica aumentará y, a su vez, podrá desarrollar las competencias de idoneidad didáctica esperadas. Es complejo lograr un alto nivel de idoneidad didáctica en el proceso de instrucción, y también valorarlo, puesto que, involucra diversas dimensiones, que a su vez están estructuradas en distintos componentes (Godino et al., 2013).

El maestro de Matemáticas debe verse como un recurso humano de análisis y reflexión sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje. Este debe indagar sobre su propia práctica donde pueda analizar y comprender, de manera sistemática, y con distintos niveles de profundidad, los diversos aspectos implicados en la didáctica matemática para alcanzar la idoneidad de esta. Para lograr esto, Godino et al. (2013) propusieron seis facetas que deben estar articuladas para poder alcanzar el nivel óptimo de un profesor en el proceso de la enseñanza de las matemáticas. Estas son:

- faceta epistémica (i.e., contenido didáctico-matemático, entendido desde el punto de vista institucional);

- faceta cognitiva (i.e., aprendizaje del contenido didáctico-matemático por los profesores);
- faceta afectiva (i.e., creencias, valores, intereses, actitudes, emociones de los profesores hacia el aprendizaje del contenido Didáctico-matemático);
- faceta interaccional (i.e., modos de interacción y discurso en el proceso de formación de profesores);
- faceta mediacional (i.e., uso de recursos tecnológicos en el proceso de formación de profesores); y
- faceta ecológica (i.e., currículo, innovación didáctica en formación de profesores, conexiones interdisciplinarias).

El maestro de Matemáticas debe realizar procesos de reflexión antes, durante y después de la acción en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la didáctica matemática. El ser reflexivo es un proceso de gran complejidad que permite visualizar nuestras acciones, y anteponer las acciones positivas en un futuro. El mismo debe ocurrir mediante la introspección y evaluación constante de parte del maestro activo donde pueda analizar y pensar sobre lo que se hace, lo que no se debería hacer y lo que no se debe hacer. La práctica reflexiva es un recurso importante, ya que son infinitos los procesos y situaciones que se presentan en la didáctica matemática que ameritan de una toma de decisiones de forma asertiva (Parada, 2017).

Finalmente, el maestro de Matemáticas debe reconocer la importancia de modificar las creencias sobre el conocimiento matemático en el proceso de enseñanza de las matemáticas aunque esto no influya en su nivel de idoneidad didáctica. Para mantener un balance entre el conocimiento de contenido y el conocimiento personal es importante

reflexionar sobre las creencias, ya que las creencias fueron definidas como la conexión entre el conocimiento y otros conceptos como las actitudes y emociones (Mosvold & Fauksanger, 2014).

REFERENCIAS

- Aguilar Gavira, S., & Barroso Osuna, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Píxel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, (47), 73-88. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>
- Akiba, M., & Wilkinson, B. (2016). Adopting an international innovation for teacher professional development: State and district approaches to lesson study in Florida. *Journal of Teacher Education*, 67(1), pp. 74-93.
- Argyris, C., & Schön, D. (1996). *Organizational learning II. Theory, method and practice*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Álvarez, S. N. (2012). *Las creencias epistemológicas y didácticas de los maestros de matemática de escuela intermedia y su efecto en la implantación del currículo, basado en estándares de contenido y expectativas de grado del Departamento de Educación de Puerto Rico* (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI 3552988).
- American Educational Research Association, American Psychological Association & National Council on Measurement in Education. (2018). *Estándares para pruebas educativas y psicológicas* (M. Lieve, Trans.). American Educational Research Association. Original work published 2014.
- Association of Mathematics Teacher Educators. (2017). *Standards for preparing teachers of mathematics*. Recuperado de amte.net/standards.
- Ball, D. L., Hill, H.C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching: ¿Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, 29(1), pp. 14-46.

- Beltrán-Pellicer, P., & Giacomone, B. (2018). Desarrollando la competencia de análisis y valoración de la idoneidad didáctica en un curso de postgrado mediante la discusión de una experiencia de enseñanza. *REDIMAT - Journal of Research in Mathematics Education*, 7(2), 111-133. doi:10.4471/redimat.2018.2516.
- Beltran-Pellicer, P., Godino, J. D., & Giacomone, B. (2018). Elaboration of specific didactica suitability criteria in probability: Application for reflection on the teaching practice. *Bolema*, 32(61), 526-548. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a11>.
- Breda, A., & do Rosario, V. (2016). Estudio de caso sobre el análisis didáctico realizado en un trabajo final de un máster para profesores de Matemática en servicio. *REDIMAT*, 5(1), 74-103. doi:10.4471/redimat.2016.1955.
- Breda, A., Font Moll, V., do Rosário Lima, V. M., & Villela Pereira, M. (2018). Componentes e indicadores de los criterios de idoneidad didáctica desde la perspectiva del enfoque ontosemiótico. *Transformación*, 14(2), 162-176.
- Brookfield, S. (1994). Tales from the dark side: a phenomenography of adult critical reflection. *International Journal of Lifelong Education*, 13(5), 203–216.
- Burgos, M., & Flores, P. (2017). Reflexión sobre la práctica del profesor de Matemáticas en la enseñanza de funciones. *Épsilon*, 97, 65-74.
- Cardona, I. J. (2017). Estudio fenomenológico del conocimiento curricular y conocimiento de contenido en maestros de Matemáticas a nivel secundario. (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI 10618641).

- Castro Gordillo, W. F., & Velásquez Echevarría, H. (2014). Idoneidad didáctica de la práctica de maestros en formación inicial en un contexto urbano de conflicto social violento. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(3), 33-54.
- Chamoso, J. M., Caceres, M. J., & Azcárete, P. (2012). Reflection on the teaching-learning process in the initial training of teachers. Characterization of the issues on which pre-service mathematics teachers reflect. *Teaching and Teacher Education*, 28(2), 154-164.
- Chandia, E., Rojas, D., Rojas, F., & Howard, S. (2016). Mathematics teacher educator's belief on problem solving. *Bolema*, 30(55), 605-624.
- Colón, R. (2005). *Experiencias socio académicas que contribuye a la formación y el desarrollo de creencias acerca de la naturaleza de la matemática, su aprendizaje, y su enseñanza en maestros de los grados primero al tercero. Puerto Rico.* (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI 3180837).
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- D'Amore, B. & Godino, J. (2007). Ontosemiotic approach as a development of the anthropological theory in mathematics education. *RELIME*, 10(2), 191-218.
- Díez A. Más sobre la interpretación (II). Ideas y creencias. *Rev Asoc Esp Neuropsiq* [Internet]. 2017;37(131):127-43. Disponible en:
<http://scielo.isciii.es/pdf/neuropsiq/v37n131/08.pdf>

- Dillman, D., Smyth, J. y Christian, L. (2014). *Internet, phone, mail and mixedmode surveys*. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken: New Jersey.
- Donoso, P., Rico, N., & Encarnación, C. (2016). Creencias y concepciones de profesores chilenos sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. *Revista de curriculum y formación de profesorado*, 20(2), 76-97.
- Donoso Riquelme, P. M. (2015). Estudio de las concepciones y creencias de los profesores de educación primaria chilenos sobre las competencias matemáticas. (Tesis doctoral) Programa de Doctorado en Didáctica de las matemáticas, Universidad de Granada. España: Recuperada de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=56430>.
- Departamento de Educación de Puerto Rico. (2001, septiembre). Carta circular 1- 2005-2006: Procedimiento para radicar la solicitud de validación de instrumentos e investigaciones en el Departamento de Educación. Recuperado de <http://www.de.gobierno.pr>.
- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. London: Routledge.
- Every Student Succeeds Act of 2015, P.L. 20 U.S.C. § 6301 (2015).
- Fandiño, M. I. (2006). *Currículo, evaluación y formación docente en matemática*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Fernández, M., Palomero, J., & Teruel, M. (2009). El desarrollo socioafectivo en la formación inicial de los maestros. *Reifop*, 12(1), 33-50.
- Fonseca, J. & Castillo, M. (2013). Formación de docentes de matemática: Aspectos relevantes. *Uniciencia*, 27(1), 2-14.

- Fowler, F. J. (2014). *Survey research methods* (5th ed.) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.
- Gamboa, R. W. (2014). *Relación entre la tendencia didáctica del profesor de Matemáticas y la formación de las actitudes y creencias hacia la disciplina de estudiantes de décimo año en tres colegios académicos públicos diurnos de la región educativa de Heredia*. [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Estatal a Distancia.
- Giacomone, B., Godino, J. D., Wilhelmi, M. R., & Blanco, T. F. (2018). Desarrollo de la competencia de análisis ontosemiótico de futuros profesores de Matemáticas. *La Revista Complutense de Educación*, 29(4), 1109-1131.
- Godino, J., Bencomo, D., Font, V., & Wilhelmi, M. (2006). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, 27(2), 221-252. Recuperado en 15 de mayo de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1011-22512006000200011&lng=es&tlng=es.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de Análisis de los conocimientos del profesor de Matemáticas. *Revista Iberoamericana de educación matemática*, (20), 13-31.
- Godino, J. D (2011). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Conferencia presentada en la XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Burgos, M. (2023). Theory of didactical suitability: An enlarged view of the quality of mathematics instruction. *Eurasia Journal of*

Mathematics, Science and Technology Education, 19(6),
em2270. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13187>

Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.

Godino, J. D., Batanero, C., Rivas, H. y Arteaga, P. (2013). Componentes e indicadores de idoneidad de programas de formación de profesores en didáctica de las matemáticas. *REVEMAT*, 8(1), 46-74.

Godino, J. D., Font, V., Wilhelmi, M. R. y Castro, C. de (2009). Aproximación a la dimensión normativa en Didáctica de la Matemática desde un enfoque ontosemiótico. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), 59–76.

Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C., & Font, V. (2017). Onto-semiotic approach to mathematics teacher's knowledge and competences. *Bolema*, 31(57), 90-113.
doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. D (2014). *Metodología de la investigación*. (S. D. Interamericana Editores, Ed.) México: Mc Graw-Hill.

Hickson, H. (2011). Critical reflection: Reflecting on learning to be reflective. *Reflective Practice*, 12(6), 829-839.

Hidalgo, S., Maroto, A., & Palacios, A. (2015). An overview of mathematical beliefs system of pre-service teachers. *Educación Matemática*, 27 (1), 65-90.

Kirkpatrick, D. L. (1994). *Evaluating training programs* (2da ed.). San Francisco, CA: Berrett-Koehler Publishers.

- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.
- Kirshner, D. (2002). Untangling teachers' diverse aspirations for student learning: A crossdisciplinary strategy for relating psychological theory to pedagogical practice. *Journal of Research in Mathematics Education*, 33(1), 46-58.
- Kutschera, F. V. (1979). *Filosofía del lenguaje*. Madrid, Gredos.
- Mallart, A., Vincent, F., & Uldarico, M. (2016). Reflexión sobre el significado de qué es un buen problema en la formación inicial de maestros. *Perfiles Educativos*, 38(152), 14-30.
- Manganello, M. (2014). A case study of three high school mathematics teachers. (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI 3622657).
- McMillan, J. H. (2012). *Educational research: Fundamentals for the consumer* (6a ed.). Boston, MA: Pearson Education, Inc.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa* (5th ed.). S.A. Madrid: Pearson Education.
- Medina Díaz, M. del R. (2010). *Construcción de cuestionarios para la investigación educativa*. San Juan, PR: ExPERTS Consultants.
- Medina Díaz, M. del R. y Verdejo-Carrión (2019). *Evaluación del aprendizaje* (6a ed.). San Juan, Puerto Rico.
- Mercado, W., Tovar, S. J., & Ramírez, G. A. (2016). La teoría de la idoneidad didáctica: Una posible herramienta para analizar prácticas pedagógicas en matemáticas. *Revista Boletín Redipe*, 5(10), 92-101.

- Mezirow, J. (1990). How critical reflection triggers transformative learning. In J. Mezirow (Ed.), *Fostering critical reflection in adulthood: A guide to transformative and emancipatory learning* (pp.1-20). San Francisco: Jossey-Bass.
- Morales, Y. & Font, V. (2018). Elementos de idoneidad didáctica que los futuros profesores de Matemática muestran durante su práctica docente. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/323760453>.
- Moreno, M. (2000). El profesor universitario de Matemáticas: estudio de las concepciones y creencias acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21935/21769>
- Mosvold, R., & Fauksanger, J. (2014). Teacher's beliefs about mathematical horizon content knowledge. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/266084460>
- National Council of Teachers of Mathematics (2014). *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*. Reston, VA: The Council.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Principles to actions*. Reston, VA: The Council.
- No Child Left Behind Act of 2001, P.L. 20 U.S.C. § 6319 (2002).
- Obama, B. (2015). Remarks by the President at Every Student Succeeds Act signing ceremony. Recuperado de <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/12/10/remarks-president-every-student-succeeds-act-signing-ceremony>.

- Ortiz, A. (2017). *Diseño y evaluación curricular: La saga*. Río Piedras, PR: Publicaciones Gaviota.
- Pagés, D., Olave, M., & Lezama, J. (2018). Estudio de interacciones en clase de Matemáticas: un caso con futuros profesores de Matemáticas. *Educación Matemáticas*, 30(2), 140-170. doi:10.24844/EM3002.06.
- Parada, S. (2017). *El papel de la reflexión en la formación permanente de profesores de matemáticas [video]*. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=b0nyhobYBjM> HYPERLINK "https://www.youtube.com/watch?v=b0nyhobYBjM&feature=youtu.be"& HYPERLINK "https://www.youtube.com/watch?v=b0nyhobYBjM&feature=youtu.be"feature=youtu.be.
- Pardo A., Ruiz, M.A. & San Martín R (2009). *Análisis de datos en ciencias sociales de la salud I*. Madrid: Síntesis.
- Parker, I., P. F., Feliciano, R., Erickson, D., & Wu, K. (2020). Doing math and talking school: Professional talk as producing hybridity in teacher identity and community. *Linguistics and Education*, 55.
- Pehkonen, E. (2006). What Do We Know about Teacher Change in Mathematics? In L. Hägglom, L. Burman & A-S. Røj-Lindberg (Eds.), *Kunskapens och lärandets villkor. Festskrift tillägnad professor Ole Björkqvist Vol 1*. (pp. 77–87). Vasa: Åbo Akademi, Pedagogiska fakulteten, Specialutgåva.

- Peressini, D., Borko, H., Romagnano, L., Knuth, E., & Willis, C. (2004). A conceptual framework for learning to teach secondary mathematics: A situative perspective. *Educational Studies in Mathematics*, 56, 67–96.
- Phillipp, R. A. (2007). Mathematics teachers' belief and affect. En F. K. Lester, Jr. (Ed.) *Second handbook of research on mathematic teaching and learning* (pp. 257-315). Charlotte, NC: Information Age.
- Pino, L. R., & Godino, J. D. (2015). Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, 36(1), 87-109.
- Pochulu, M., Font, V., & Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de Matemática a través del diseño de tareas. *RELIME*, 19(1), 71-98. doi:10.12802
- Quintana, J. M. (2001). *Las creencias y la educación*. Pedagogía cosmovisional. Barcelona: Herder.
- Ramírez-Soto, I. (2015). La ley federal de educación pública NCLB en los Estados Unidos y Puerto Rico: Trayectoria e impacto, 2002-2015. *Cuaderno de Investigación en la Educación*, 30. Recuperado de <http://cie.uprrp.edu/cuaderno/2016/01/20/la-ley-federal-de-educacion-publica-nclb-en-los-estados-unidos-y-puerto-rico-trayectoria-e-impacto-2002-2015/>
- Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española* (23a ed.).
- Rivera, M. V. (2010). La práctica reflexiva crítica de un grupo de maestras puertorriqueñas. (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI3417978).
- Rosario-Vásquez, Sarah de los Ángeles. (2020). *Prácticas de docentes universitarios en la enseñanza de futuros maestros y maestras de matemáticas de secundaria*

- (Order No. 27999667). Available from ProQuest One Academic. (2420186512). Retrieved from <https://biblioteca.uprrp.edu:2169/dissertations-theses/prácticas-de-docentes-universitarios-en-la/docview/2420186512/se-2?accountid=44825>
- Saborío Morales, Lachiner, & Hidalgo Murillo, Luis Fernando. (2015). Síndrome de Burnout. *Medicina Legal de Costa Rica*, 32(1), 119-124. Retrieved February 28, 2023, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152015000100014&lng=en&tlng=es.
- Schön, D. (1994). Teaching artistry through reflection-in-action. In H. Tsoukas (Ed.), *New thinking in organizational behaviour* (pp. 235–249). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: how professionals think in action*. Nueva York: Basic Books.
- Seckel, M. J., & Font, V. (2015). Competencia de reflexión en la formación inicial de profesores de Matemática en Chile. *Práxis Educativa*, 11(19), 55-75. Recuperado de: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/108902>.
- Torres, L. M. (2019). *Creencias filosóficas acerca de las matemáticas y vínculos con la enseñanza: Estudio de casos con maestras de Matemáticas de escuela elemental del DEPR*. (Disertación doctoral). Recuperado de ProQuest. (UMI13884894).
- Tylor, E. B. (1977). *Cultura primitiva*. Madrid, España: Ayuso.
- Valeeva, R. A., & Shahirova, K. B. (2015). Development of the future mathematics teacher's constructive skills. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 10(3), 221-229.

- Valenzuela, Y., Montes, N., & Pérez, O. L. (2019). Entrenamiento para la formación didáctico-matemática de los docentes del nivel secundario. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 10(2).
- Verdejo, A. L. y Medina, M. (2008). *Evaluación del aprendizaje* (4ta ed.). San Juan, PR: Isla Negra.
- Watts, M. & Lawson, M. (2009). Using meta-analysis activity to make critical reflection explicit in teacher education. *Teacher and Teacher Education*, 25, 609-616.
- Zumaeta, S., Fuster, D., & Ocaña, Y. (2018). El afecto pedagógico en la didáctica de la matemática-Región Amazonas desde la mirada fenomenológica. *Propósitos y Representaciones*, 6(1), 409-462. doi:
<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n1,200>.

APÉNDICE A

**CERTIFICADO DE COLLABORATIVE INSTITUTIONAL TRAINING
INITIATIVE (CITI PROGRAM)**



Completion Date 08-Feb-2019
Expiration Date 07-Feb-2022
Record ID 30383706

This is to certify that:

Edilberto Bruno

Has completed the following Citi Program course:

Social & Behavioral Research - Basic/Refresher (Curriculum Group)
Social & Behavioral Human Research (Course Learner Group)
1 - Basic Course (Stage)

Under requirements set by:

Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras Collaborative Institutional Training Initiative



Verify at www.citiprogram.org/verify/?wa758b8bf-6098-44a2-8eaf-1d2746ef4e02-30383706

APÉNDICE B

**CUESTIONARIO SOBRE LA IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y
PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS MAESTROS DE MATEMÁTICAS DEL
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO**

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO DE RÍO PIEDRAS
Facultad de Educación
Departamento de Estudios Graduados

IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS MAESTROS DE MATEMÁTICAS DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO

Este cuestionario tiene como propósito auscultar el nivel de idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas activos en el Departamento de Educación de Puerto Rico. El mismo se enfocará en las creencias y los procesos reflexivos y su relación con la idoneidad didáctica. Los datos que se recopilen se utilizarán como parte del proceso de disertación doctoral del investigador. Los datos se manejarán de forma confidencial. Constar el cuestionario consta de aproximadamente 15 minutos. Para proveer su respuesta trace una equis (☒) o marca para cotejo (☑) en el recuadro correspondiente a la respuesta que seleccione.

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. Género
 - Femenino
 - Masculino

2. Años de servicio
 - 0-5
 - 6-10
 - 11-15
 - 16 o más

3. Grado en el que ofrece la asignatura de Matemáticas
 - 6to - 8vo
 - 9no-12mo

ASPECTOS DE IDONEIDAD DIDÁCTICA

Lea las aseveraciones y trace una equis (☒) o marca para cotejo (☑) en el recuadro correspondiente a la respuesta que seleccione a partir de la siguiente escala:

- TDA – Totalmente de acuerdo
- DA – De acuerdo
- N – Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- ED – En desacuerdo
- TED – Totalmente en desacuerdo

Como maestro de Matemáticas, he adquirido recursos didácticos y me siento preparado para presentar:	TDA	DA	N	ED	TED
4. una muestra representativa de situaciones contextualizadas.	<input type="checkbox"/>				
5. diferentes modos de expresiones matemáticas (e.g., verbal, gráfica, simbólica, traducciones y conversiones entre estas)	<input type="checkbox"/>				
6. definiciones claras y correctas.	<input type="checkbox"/>				

Como maestro de Matemáticas, he adquirido recursos didácticos y me siento preparado para presentar:	TDA	DA	N	ED	TED
7. actividades relacionadas al contexto educativo en el que enseño.	<input type="checkbox"/>				
8. demostraciones adecuadas al nivel educativo.	<input type="checkbox"/>				
9. objetos matemáticos (i.e., problemas, definiciones, proposiciones, etc.) relacionándolos entre sí.	<input type="checkbox"/>				
10. los conocimientos previos necesarios para la planificación del tema bajo estudio.	<input type="checkbox"/>				
11. refuerzos para conceptos específicos con la posibilidad de ofrecer acceso a recursos para la ampliación de conocimientos.	<input type="checkbox"/>				
12. comprensión conceptual y proposicional en torno a contenidos diversos.	<input type="checkbox"/>				
13. comunicaciones que apoyen las ideas, datos, pruebas etc., acerca de contenidos diversos.	<input type="checkbox"/>				
14. elementos procedimentales con fluidez, propiciando los procesos para solucionar problemas realistas.	<input type="checkbox"/>				
15. elementos procedimentales con fluidez, propiciando la comprensión desde la reflexión sobre el pensamiento y la forma en que se aprende.	<input type="checkbox"/>				
Como maestro de Matemáticas, me siento preparado para:	TDA	DA	N	ED	TED
16. proponer situaciones que permitan valorar la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.	<input type="checkbox"/>				
17. promover la participación en las actividades con perseverancia y responsabilidad.	<input type="checkbox"/>				
18. promover en los estudiantes la apreciación positiva de las matemáticas.	<input type="checkbox"/>				
19. hacer una presentación adecuada del tema atendiendo las dudas de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>				
20. favorecer la inclusión de los estudiantes en grupos para trabajo.	<input type="checkbox"/>				
21. lograr que los estudiantes asuman responsabilidad de estudio (e.g., plantear cuestiones y soluciones, ejemplos y contraejemplos)	<input type="checkbox"/>				
22. observar sistemáticamente el progreso cognitivo de los estudiantes.	<input type="checkbox"/>				
23. usar materiales diversos de apoyo (e.g., manipulativos, tecnológicos) que permitan introducir situaciones diversas, con el lenguaje, procedimiento y argumentaciones, adaptadas a contenido específico.	<input type="checkbox"/>				
24. desarrollar el proceso de enseñanza interactivo que pretendo realizar mediante el uso de herramientas tecnológicas.	<input type="checkbox"/>				
25. crear un balance en el tiempo didáctico (presencial y no presencial) que requieren los contenidos a partir de sus dificultades.	<input type="checkbox"/>				
26. evaluar el aprendizaje en torno a contenidos curriculares con la dirección y corrección específica.	<input type="checkbox"/>				
27. investigar en la sala de clases desde la reflexión en torno al proceso de enseñanza y el aprendizaje.	<input type="checkbox"/>				
28. desarrollar la formación social desde la enseñanza de contenidos diversos.	<input type="checkbox"/>				
29. relacionar contenidos intra e interdisciplinares en el mismo nivel de enseñanza en el que trabajo.	<input type="checkbox"/>				

TDA – Totalmente de acuerdo; DA – De acuerdo; N – Ni de acuerdo ni en desacuerdo; ED – En desacuerdo; TED – Totalmente en desacuerdo

3. LOS PROCESOS REFLEXIVOS EN LA DIDÁCTICA MATEMÁTICA

Lea las aseveraciones y trace una equis (☒) o marca para cotejo (☑) en el recuadro correspondiente a la respuesta que seleccione.

En la planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje, reflexiono acerca de:	TDA	DA	N	ED	TED
30. el conocimiento previo de los estudiantes en torno a las destrezas que preceden el contenido bajo estudio.	<input type="checkbox"/>				
31. los temas o contenidos que necesito repasar como maestro para impartir la clase.	<input type="checkbox"/>				
32. las diferentes representaciones matemáticas que utilizaré para conceptualizar el contenido bajo estudio.	<input type="checkbox"/>				
33. las actividades que se implementará en el proceso de enseñanza.	<input type="checkbox"/>				
34. los diferentes materiales/equipos que se utilizarán en el proceso de enseñanza.	<input type="checkbox"/>				
Durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, reflexiono acerca de:	TDA	DA	N	ED	TED
35. las diferentes situaciones (e.g., dudas, dificultades) que se presentan en el proceso.	<input type="checkbox"/>				
36. la participación y desempeño de los estudiantes en las actividades que utilizo.	<input type="checkbox"/>				
37. mi desempeño como facilitador de explicaciones específicas y diversas acerca de un mismo contenido.	<input type="checkbox"/>				
38. la relación entre los estudiantes y yo como maestro.	<input type="checkbox"/>				
Después de terminar el proceso de enseñanza y aprendizaje, reflexiono acerca de:	TDA	DA	N	ED	TED
39. los resultados de aprendizaje obtenidos en las evaluaciones de los estudiantes acerca del contenido bajo estudio.	<input type="checkbox"/>				
40. los contenidos que necesito re-enseñar para promover un aprendizaje óptimo en los estudiantes.	<input type="checkbox"/>				
41. las necesidades profesionales (i.e., para enseñar correctamente) a las que me enfrento.	<input type="checkbox"/>				
42. cómo desarrollar más y mejorar mis competencias profesionales (i.e., para enseñar correctamente).	<input type="checkbox"/>				
43. cómo fomentar la comunicación entre colegas.	<input type="checkbox"/>				

TDA – Totalmente de acuerdo; DA – De acuerdo; N – Ni de acuerdo ni en desacuerdo; ED – En desacuerdo; TED – Totalmente en desacuerdo

4.LAS CREENCIAS EN LA DIDÁCTICA MATEMÁTICA

Lea las aseveraciones y trace una equis (☒) o marca para cotejo (☑) en el recuadro correspondiente a la respuesta que seleccione.

Como maestro de Matemáticas, entiendo que:	TDA	DA	N	ED	TED
44. las matemáticas proveen conocimientos que se utilizan en otras ciencias.	<input type="checkbox"/>				
45. la gente utiliza las matemáticas en su vida cotidiana.	<input type="checkbox"/>				
46. las matemáticas se utilizan para modelar situaciones reales.	<input type="checkbox"/>				
47. todo contenido en las matemáticas se aplica a fórmulas.	<input type="checkbox"/>				
48. las matemáticas capacitan para comprender mejor el mundo.	<input type="checkbox"/>				
49. las matemáticas son un campo de manipulación de números y símbolos.	<input type="checkbox"/>				
50. aprender matemáticas significa principalmente memorizar.	<input type="checkbox"/>				
51. en las matemáticas todos los temas están ya creados, nada más puede descubrirse.	<input type="checkbox"/>				
52. hay una sola forma de solucionar correctamente un problema matemático.	<input type="checkbox"/>				
53. los problemas matemáticos tienen una respuesta correcta, que es única.	<input type="checkbox"/>				
54. lo único que importa en las matemáticas es el resultado final.	<input type="checkbox"/>				
55. las matemáticas son conceptos y procedimientos que memorizamos.	<input type="checkbox"/>				
56. las matemáticas conllevan la investigación en torno a ideas nuevas.	<input type="checkbox"/>				
57. las matemáticas son una forma de pensar usando símbolos y ecuaciones.	<input type="checkbox"/>				
58. en los problemas matemáticos hay diversas formas de encontrar la solución correcta.	<input type="checkbox"/>				
59. las matemáticas pueden revisarse para identificar inconsistencias.	<input type="checkbox"/>				
60. las matemáticas están en continua expansión, por lo que quedan áreas por descubrir.	<input type="checkbox"/>				
61. cometer errores es una parte importante de las matemáticas.	<input type="checkbox"/>				

TDA – Totalmente de acuerdo; DA – De acuerdo; N – Ni de acuerdo ni en desacuerdo; ED – En desacuerdo; TED – Totalmente en desacuerdo

Comentarios adicionales (Si desea ofrecer algún comentario adicional puede escribirlo en este espacio.)

Gracias por dedicar de su tiempo para contestar el cuestionario.

APÉNDICE C

PLANILLA DE ESPECIFICACIONES PARA EVALUAR EL CUESTIONARIO

Idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos de los maestros de matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico

Autor: Edilberto Bruno Sierra

Año: 2021

A continuación, se presenta una plantilla que le servirá como guía para la evaluación del cuestionario. Para seleccionar la respuesta escribirá una equis (x), dentro de las casillas de poca, moderada o mucha para la relevancia y la representatividad; en el caso de la claridad, marcará si el ítem está claro o confuso con respecto a la redacción. Asimismo, tendrá un espacio para colocar algún comentario o recomendación para mejorar el ítem (Favor indicar la razón de haber colocado poca, moderada y confusa). A continuación, se presentan las definiciones de los constructos y palabras claves que serán de utilidad para mantenerle enfocado con respecto a la investigación.

Constructos	Definiciones
Idoneidad Didáctica	El grado en que el proceso de instrucción reúne ciertas características que permiten calificarlo como óptimo o adecuado para conseguir la adaptación entre los significados personales logrados por los estudiantes (aprendizaje) y los significados institucionales pretendidos o implementados (enseñanza), teniendo en cuenta las circunstancias y recursos disponibles (entorno) (Godino et al., 2017, p. 101).
Procesos de Reflexión	–“una continua interacción entre el pensamiento y la acción”; y presenta al <i>práctico reflexivo</i> como la persona que “reflexiona sobre las comprensiones implícitas en la propia acción, que las hace explícitas, las critica, reestructura y aplica en la acción futura” (Schön, D., 1983, p. 50).
Creencias	conocimientos subjetivos, generados a nivel particular por cada individuo, para explicar y justificar sus acciones. Las mismas no se fundamentan sobre la racionalidad, sino sobre los sentimientos, las experiencias y la ausencia de conocimientos específicos (Moreno, 2000).

Definiciones de las palabras claves para para completar la planilla

- **Relevancia respecto al constructo:** verificar cuán importante es, que ese ítem esté presente en el cuestionario, a la luz de las preguntas de investigación.
- **Representatividad del constructo:** confrontar si el ítem es pertinente, con respecto a los constructos que se desean medir.
- **Claridad de redacción:** confirmar que las palabras utilizadas se redactaron en un lenguaje gramatical preciso y entendible para la población en estudio.

SECCIÓN B- TABLA SUBDIVIDIDA CON LAS PARTES DEL CUESTIONARIO A EVALUAR

Ítem	Relevancia respecto al constructo			Representatividad del constructo			Claridad en la redacción		Comentario o recomendación
	Mucha	Moderada	Poca	Mucha	Moderada	Poca	Clara	Confusa	
PARTE I. INFORMACIÓN GENERAL									
1									
2									
3									
PARTE II. ASPECTOS DE IDONEIDAD DIDÁCTICA									
4									
5									
6									
7									
8									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									

Ítem	Relevancia respecto al constructo			Representatividad del constructo			Claridad en la redacción		Comentario o recomendación
	Mucha	Moderada	Poca	Mucha	Moderada	Poca	Clara	Confusa	
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
PARTE III. LOS PROCESOS REFLEXIVOS EN LA DIDÁCTICA MATEMÁTICA									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									

Ítem	Relevancia respecto al constructo			Representatividad del constructo			Claridad en la redacción		Comentario o recomendación
	Mucha	Moderada	Poca	Mucha	Moderada	Poca	Clara	Confusa	
42									
43									
IV. LAS CREENCIAS EN LA DIDACTICA MATEMATICA									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									

APÉNDICE D

AUTORIZACIÓN DEL PROTOCOLO POR EL COMITÉ INSTITUCIONAL

PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SERES HUMANOS EN

LA INVESTIGACIÓN (CIPSHI)

Universidad de
Puerto Rico

COMITÉ INSTITUCIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SERES HUMANOS
EN LA INVESTIGACIÓN (CIPSHI)
IRB 00000944
cipshi.degi@upr.edu ~ <http://graduados.uprrp.edu/cipshi>

AUTORIZACIÓN DEL PROTOCOLO

Número del protocolo: 2122-025

Título del protocolo: Idoneidad Didáctica, Creencias y Procesos de Reflexión de las Maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR)

Investigador: Edilberto Bruno Sierra

Tipo de revisión: Inicial Renovación

Evaluación: Comité en pleno
 Revisión expedita:
Categoría(s) de exención 45 CFR §46.104(d): 2 (iii)

Fecha de la autorización: 14 de diciembre de 2021



Además, el CIPSHI:

- Concedió la dispensa solicitada para modificar el procedimiento estándar de toma de consentimiento informado.

Cualquier modificación posterior a esta autorización requerirá la consideración y reautorización del CIPSHI. Además, debe notificar cualquier incidente adverso o no anticipado que implique a los sujetos o participantes. Al finalizar la investigación, envíe el formulario de Notificación de Terminación de Protocolo.

Decanato de
Estudios Graduados
e Investigación

18 Ave. Universidad STE 1801
San Juan PR 00925-2512

787-764-0000
Ext. 86700
Fax 787-763-6011

Página electrónica:
<http://graduados.uprrp.edu>

Margarita Moscoso Álvarez, Ph.D.
Presidenta del CIPSHI o
representante autorizado

Patrono con Igualdad de Oportunidades en el Empleo M/M/V/I

APÉNDICE E

AUTORIZACIÓN PARA LLEVAR A CABO UNA INVESTIGACIÓN EN LAS

ESCUELAS DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO



GOBIERNO DE PUERTO RICO

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

Secretaría Auxiliar de Transformación, Planificación y Rendimiento
Centro de Investigaciones e Innovaciones Educativas

2 de noviembre del 2021

Superintendente(s) Regional(es) de las Regiones Educativas [REDACTED] y director (es) escolar(es) de las escuelas participantes.

Dra. Lydiana López Díaz
Directora Ejecutiva de la Docencia
Área de Planificación y Rendimiento

AUTORIZACIÓN PARA LLEVAR A CABO UNA INVESTIGACIÓN EN LAS ESCUELAS DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO

El estudiante graduado Edilberto Bruno Sierra, candidato al grado doctoral en Educación con Especialidad en Currículo y Enseñanza de las Matemáticas, en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, va llevar a cabo la fase final de su investigación titulada: ***Idoneidad didáctica, creencias y procesos reflexivos de los maestros de matemáticas en el Departamento de Educación de Puerto Rico cuyo propósito será establecer el nivel de idoneidad didáctica de los maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico.*** El propósito de la investigación es investigar la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos reflexivos de los maestros de Matemáticas del DEPR.

Se autoriza al investigador Edilberto Bruno Sierra a visitar la Oficina Regional Educativa (ORE) [REDACTED] con el propósito de coordinar la administración de su investigación en cuarenta y seis (46) escuelas, ubicadas en los municipios de la ORE en mención [REDACTED]. **La participación de los maestros será voluntaria y así se deberá constatar con sus firmas en la carta de consentimiento informado que la investigadora les proveerá una vez se contacte con las escuelas invitadas.**



La muestra para esta investigación será de ciento ochenta y ocho (188) maestros de matemáticas de los grados noveno a duodécimo. La participación de los maestros consistirá en responder un cuestionario diseñado por el investigador, el mismo está dividido en cuatro partes. En la primera parte se recogen datos demográficos de los

P.O. Box 190759, San Juan, PR 00919-0759 • Tel.: (787)773-5800

El Departamento de Educación no discrimina de ninguna manera por razón de edad, raza, color, sexo, nacimiento, condición de veterano, ideología política o religiosa, origen o condición social, orientación sexual o identidad de género, discapacidad o impedimento físico o mental; ni por ser víctima de violencia doméstica, agresión sexual o acoso

Página 2

maestros. En la segunda el participante contestará varias aseveraciones sobre la idoneidad didáctica. En la tercera parte contestará varias aseveraciones sobre los procesos reflexivos. Y, en la cuarta parte contestará varias aseveraciones sobre sus creencias en matemáticas. Las preguntas deben responderse utilizando una escala Likert de cinco categorías: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, Desacuerdo, y Totalmente en desacuerdo (ver Anejo).

El cuestionario fue revisado y validado por el Dr. Wilfredo Ortiz Rodríguez, experto en el área, quien determinó que las preguntas son coherentes y están alineadas con la investigación (ver Anejo). El tiempo aproximado para contestar el cuestionario es de aproximadamente treinta (30) minutos.

El investigador ha señalado que va llevar a cabo la investigación de manera virtual, debido a la pandemia del COVID-19. Por lo que utilizará los correos electrónicos de los profesores, donde les enviará el enlace electrónica del cuestionario.

Todas las actividades descritas en la investigación serán coordinadas con los directores de las escuelas invitadas y se llevarán a cabo dentro de un horario que no afecte el período lectivo ni las notas de los estudiantes.

Las hojas de consentimiento informado contienen en cada una de sus páginas el sello de aprobación oficial del Centro de Investigaciones e Innovaciones Educativas (CIIE), adscrito a la Secretaría Auxiliar de Transformación, Planificación y Rendimiento (SATPRE). El/la investigador/a se compromete a usarlas sin alterarlas y reproducirlas para los invitados a participar del estudio. **Durante el inicio y final del semestre académico, períodos de informes y pruebas sistémicas, no se autorizan visitas a las escuelas con el propósito de entrevistar o encuestar estudiantes, maestros y directores de escuelas. El/la investigador/a deberá entregar las copias de las cartas de consentimiento firmadas por los participantes al director de la escuela que forma parte de la muestra para el archivo correspondiente.**

Se releva al Departamento de Educación de Puerto Rico de toda responsabilidad por cualquier reclamación que pueda surgir como consecuencia de las actividades del estudio y de la información que se solicite y provea a través de este. El Departamento de Educación de Puerto Rico no se hace responsable de cualquier daño y perjuicio o reclamación producto del proceso de realización, o del resultado de la investigación, relevando así de cualquier obligación y responsabilidad al Departamento de Educación de Puerto Rico, sus empleados y funcionarios en cualquier reclamación, pleito o demanda que se presente relacionada, directa o indirectamente, a esta investigación. La misma es una independiente no auspiciada por el Departamento. El Departamento de Educación de Puerto Rico no se solidariza necesariamente con los resultados de la investigación.

Esta autorización tiene vigencia de doce (12) meses, a partir de la fecha de expedición de esta comunicación. De necesitar tiempo adicional para finalizar las actividades del estudio deberá solicitar, por escrito, una extensión de la autorización otorgada antes de la fecha de vencimiento de la misma. Todo cambio que realice el investigador/a posterior a la expedición de esta autorización deberá notificarlo



Página 3

por escrito a la Secretaría Auxiliar de Transformación, Planificación y Rendimiento (SATPRe) para la evaluación correspondiente. Una vez el/la investigador/a finalice su investigación deberá entregar una copia en formato digital (PDF) del informe final a la Secretaría Auxiliar de Transformación, Planificación y Rendimiento (SATPRe), dado a que la misma se colocará en la Biblioteca Virtual del DEPR para la consulta pública.

Anejos



APÉNDICE F

**CONVOCATORIA A MAESTROS DE MATEMÁTICAS DE LA OFICINA
REGIONAL EDUCATIVA DEL NORTE PARA PARTICIPAR EN
INVESTIGACIÓN TITULADA IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y
PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS MAESTROS DE
MATEMÁTICAS DEL DEPR**



GOBIERNO DE PUERTO RICO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

Subsecretario para Asuntos Académicos y Programáticos | Dr. Guillermo R. López Díaz | llopezdg@de.pr.gov

21 de marzo de 2022

Subsecretario asociado, subsecretario de Administración, secretaria asociada de Educación Especial interina, secretarios auxiliares, directores de divisiones, institutos y oficinas, gerentes y subgerentes, directores ejecutivos, directores de áreas y programas, superintendentes regionales, superintendentes de escuelas, superintendentes auxiliares, facilitadores docentes, directores de escuela y maestros

[ENLACE FIRMADO](#)

Guillermo R. López Díaz, Ph. D.
Subsecretario

CONVOCATORIA A MAESTROS DE MATEMÁTICAS DE LA OFICINA REGIONAL EDUCATIVA DE [REDACTED] PARA PARTICIPAR EN INVESTIGACIÓN TITULADA IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS DE REFLEXIÓN DE LOS MAESTROS DE MATEMÁTICAS DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO

El programa de Matemáticas, adscrito a) Área de Servicios Académicos de la Subsecretaría para Asuntos Académicos y Programáticos, invita a maestros de Matemáticas de la oficina regional educativa (ORE) de [REDACTED] a participar de la investigación: Idoneidad Didáctica, Creencias y Procesos de Reflexión de los Maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR). El propósito de esta es la relación entre idoneidad didáctica y las creencias de los maestros sobre las Matemáticas. De igual manera, determinar la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros.

Los maestros interesados en participar del estudio deben acceder al siguiente enlace: <https://forms.office.com/r/fX4mtcnMDu> y completar la encuesta. Esta investigación no conlleva ningún tipo de riesgo significativo y se garantiza la confidencialidad. La participación es voluntaria y la identidad estará protegida en todo momento.

Para más información, pueden comunicarse con la Dra. Wanda J. Rivera Rivas, gerente de operaciones del Programa de Matemáticas, al teléfono 787 773 3588 o al correo electrónico: riverarwi@de.pr.gov o con el Prof. Edilberto Bruno Sierra, al teléfono 787 904 2324 o al correo electrónico: edilberto.brunosierra@upr.edu.

Agradeceremos su atención a este asunto.

APÉNDICE G

**RECORDATORIO A MAESTROS DE MATEMÁTICAS DE LA OFICINA
REGIONAL EDUCATIVA DEL NORTE PARA PARTICIPAR EN
INVESTIGACIÓN TITULADA IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y
PROCESOS REFLEXIVOS DE LOS MAESTROS DE
MATEMÁTICAS DEL DEPR**



GOBIERNO DE PUERTO RICO
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

Subsecretario para Asuntos Académicos y Programáticos | Dr. Guillermo R. López Díaz | lopezdg@de.pr.gov

20 de abril de 2022

Subsecretario asociado, subsecretario de Administración, secretaria asociada de Educación Especial interina, secretarios auxiliares, directores de divisiones, institutos y oficinas, gerentes y subgerentes, directores ejecutivos, directores de áreas y programas, superintendentes regionales, superintendentes de escuelas, superintendentes auxiliares, facilitadores docentes, directores de escuela y maestros

[ENLACE FIRMADO](#)

Guillermo R. López Díaz, Ph. D.
Subsecretario

RECORDATORIO A MAESTROS DE MATEMÁTICAS DE LA OFICINA REGIONAL EDUCATIVA DE [REDACTED] PARTICIPAR EN LA INVESTIGACIÓN TITULADA IDONEIDAD DIDÁCTICA, CREENCIAS Y PROCESOS DE REFLEXIÓN DE LOS MAESTROS DE MATEMÁTICAS DEL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN DE PUERTO RICO

El programa de Matemáticas, adscrito al Área de Servicios Académicos de la Subsecretaría para Asuntos Académicos y Programáticos, invita a los maestros de Matemáticas de la Oficina Regional Educativa de [REDACTED] participar de la investigación Idoneidad Didáctica, Creencias y Procesos de Reflexión de los Maestros de Matemáticas del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR). El propósito de esta es el de establecer la relación entre la idoneidad didáctica y las creencias de los maestros sobre las Matemáticas. De igual manera, determinar la relación entre la idoneidad didáctica y los procesos de reflexión de los maestros.

Los maestros interesados en participar del estudio deben acceder al siguiente enlace <https://forms.office.com/r/fX4mtcnMDu> y completar la encuesta. Esta investigación no conlleva ningún tipo de riesgo significativo y se garantiza la confidencialidad. La participación es voluntaria y la identidad estará protegida en todo momento. Para más información, pueden comunicarse con la Dra. Wanda I. Rivera Rivas, gerente de operaciones del Programa de Matemáticas, al teléfono 787 773 3588 o al correo electrónico: riverarwi@de.pr.gov o con el Prof. Edilberto Bruno Sierra, al teléfono 787 904 2324 o al correo electrónico: edilberto.brunosierra@upr.edu.

Agradeceremos su atención a este asunto.

RESUMEN BIOGRÁFICO DE EDILBERTO BRUNO SIERRA

Edilberto Bruno Sierra nació en el pueblo de Vega Baja, Puerto Rico el 3 de abril de 1973. Comenzó sus estudios universitarios en la Universidad Interamericana de Arecibo, completando su bachillerato de Educación Secundaria en Matemáticas en mayo de 1997. Durante los años 2005 al 2009 completó dos maestrías del Caribbean University de Vega Baja, siendo la primera en Currículo y Enseñanza en Matemáticas y la segunda, en Tecnología Educativa.

Desde 1999 al 2000 trabajó como maestro de matemáticas en la Escuela Intermedia Manuel Martínez Dávila de Vega Baja. Del 2000 al 2001 trabajó como maestro de matemáticas en la Escuela Intermedia Ángel Sandín Martínez de Vega Baja. Desde el 2001 hasta el presente se ha desempeñado como maestro de matemáticas de la Escuela Superior Lino Padrón Rivera del mismo pueblo, en esta ofrece los cursos de trigonometría, Precálculo (Nivel Avanzado) entre otros.

Durante los últimos diez años ha sido maestro del Programa de Nivel Avanzado de Matemáticas del College Board en el sistema público. Trabajó por casi una década ofreciendo repasos del College Board para el American University de Manatí. Durante los años 2019 al 2022 trabajó como Profesor de Matemáticas en Dewey University de Manatí, ofreciendo todos los cursos de matemáticas a nivel de grado asociado y bachilleratos de esta institución.

En el año 2015 comenzó sus estudios doctorales en la Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras, siendo esta investigación la culminación para obtener el grado de Doctor en Educación (Ed. D.) en el área de Currículo y Enseñanza con subespecialidad en Matemáticas.