

Desarrollo de la capacidad de observación profesional de los futuros maestros de matemáticas

Omar Hernández-Rodríguez

omar.hernandez4@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0002-4192-4205>

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
San Juan, Puerto Rico

Wanda Villafañe-Cepeda

wanda.villafane1@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0003-0495-7734>

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
San Juan, Puerto Rico

Juliette Moreno-Concepción

juliette.moreno@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0002-8563-5712>

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
San Juan, Puerto Rico

Yency Choque-Dextre

yency.choque@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0001-6992-4859>

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
San Juan, Puerto Rico

Recibido: 07/02/2023 **Aceptado:** 08/06/2023

Resumen

Se investigó cómo las actividades de un curso de métodos de enseñanza de las matemáticas, combinadas con experiencias de campo, ayudan a fortalecer la capacidad de observación profesional de los futuros maestros de matemáticas. Los participantes estudiaron aspectos teóricos sobre el desarrollo de la proficiencia matemática y posteriormente observaron cómo se manifestaron en las clases de sus maestros cooperadores. Utilizaron tres formularios de observación para reportar las acciones de los maestros que desarrollan comprensión matemática, fluidez de los procesos y competencia estratégica (KILPATRICK et al., 2001). Los hallazgos indican que mejoraron su capacidad de observación, y fueron más proficientes en la descripción y en la explicación.

Palabras clave: Futuros maestros de matemáticas; Observación en el salón de clases; Aproximación a la práctica

Desenvolvimento da capacidade de observação profissional de futuros professores de matemática

Resumo

Investigou-se como as atividades de um curso de metodologias de ensino de matemática, combinado com experiências de campo, ajudam a fortalecer a capacidade de observação profissional de futuros professores de matemática. Os participantes estudaram aspectos teóricos sobre o desenvolvimento da proficiência matemática e posteriormente observaram como eles se manifestaram nas aulas de seus professores cooperantes. Eles usaram três formulários de observação para relatar as ações dos professores que desenvolvem compreensão matemática, fluência do processo e competência estratégica (KILPATRICK et al., 2001). Os resultados indicam que suas habilidades de observação melhoraram e foram mais proficientes em descrição e explicação.

Palavras chave: Futuros Professores de Matemática; Observação em sala de aula; Abordagem para praticar

Development of the capacity of professional observation of preservice mathematics teacher

Abstract

We investigated how the activities of a teaching mathematics methods course, combined with field experiences, help to strengthen the professional observation of pre-service mathematics teachers. The participants studied theoretical aspects about the development of mathematical proficiency and subsequently observed how they manifested themselves in the classes of their cooperating teachers. They used three observation guides to report teaching moves to develop conceptual understanding, procedural fluency, and strategic competence (KILPATRICK et al., 2001). The findings indicate that they improved their observation capacity and were more proficient in description and explanation.

Keywords: Pre-service mathematics teachers; Professional observation; Approximation of practice

Introducción

Se ha encontrado que existe desconexión entre los cursos de métodos que se enseñan en las universidades y las experiencias de campo¹ que realizan los futuros maestros² (FM) en las escuelas (HAMMERNESS et al., 2005). Estas experiencias generalmente están programadas al final de la secuencia curricular, después de los cursos de contenido y de metodología, lo cual impide que se afiancen los conocimientos adquiridos y sobre todo que se reflexione sobre la conexión entre los aspectos teóricos y los prácticos. Esto promueve que exista una desconexión

¹ Las experiencias de campo se refieren a aquellas prácticas que los futuros maestros realizan en una escuela.

² El término *maestros* se utiliza como término genérico para referirse a las personas que se dedican a la enseñanza. En este contexto, los maestros son docentes que trabajan en los grados PK-12 y profesores, los que trabajan a nivel universitario.

entre lo aprendido en las clases y lo realizado en la práctica. Es necesario fortalecer estas experiencias, ya que las mismas les proveen a los FM oportunidades de aplicar en escenarios escolares reales, el conocimiento adquirido en los cursos de metodología. Una de estas actividades es la observación profesional, que en muchas ocasiones se da por sentado que los FM saben realizarlas pero que requiere de un proceso de aprendizaje (MATTHEWS et al., 2009; VAN ES & SHERIN, 2002). La hipótesis es que se debe iniciar por actividades, en los cursos de métodos, que permitan el estudio de aspectos teóricos que posteriormente se trabajarán coordinadamente en los escenarios de prácticas. Las preguntas que surgen son: ¿qué actividades promueven el desarrollo de la observación profesional en los FM de matemáticas? y ¿cómo los FM de matemáticas conectan los conocimientos teóricos con las prácticas de los maestros que observan?

En un curso de métodos de enseñanza de las matemáticas en el nivel secundario (curso de métodos), los investigadores introdujeron las nociones relacionadas a la proficiencia³ matemática (KILPATRICK et al., 2001). Luego los FM observaron cómo tres maestros cooperadores (MC) desarrollaban la proficiencia matemática en sus estudiantes. Los MC son maestros con experiencia orientando y supervisando a los FM en su área de especialidad y habían sostenido reuniones previas con los investigadores para discutir los aspectos teóricos que se estarían estudiando en el curso de métodos. Las observaciones que realizaron los FM formaban parte de sus prácticas realizadas en una escuela laboratorio de una universidad pública de Puerto Rico durante los años académicos 2019-2020 y 2020-2021.

1. Marco teórico

Varios autores han reseñado la complejidad de saberes que debe tener un maestro para enseñar (SHULMAN, 1986) y más específicamente para enseñar matemáticas (BALL et al., 2008; KOEHLER & MISHRA, 2005). Los programas de formación de maestros tienen como propósito desarrollar la capacidad de los FM para que, en un futuro, realicen con efectividad su tarea. Grossman et al. (2009) describen tres tipos de actividades que contribuyen a la formación de profesionales y en específico a cerrar la brecha entre los cursos de métodos y las experiencias

³ Se utiliza la palabra proficiencia como sinónimo de capacidad en el sentido de Dorsch (1985), esto es, el conjunto de condiciones necesarias para llevar a cabo una actividad concreta, teniendo en cuenta que se adquieren paulatinamente y que en un futuro va a controlar la realización de la actividad.

de campo: la representación, la descomposición y la aproximación a la práctica. La representación se refiere a las diferentes formas en que la práctica se hace visible a los novatos en un escenario educativo. Esto incluye, por ejemplo, desde hacer observaciones en las clases que ofrecen los maestros hasta observar vídeos de clases. La descomposición de la práctica se refiere al estudio de la práctica en términos de sus componentes. La aproximación a la práctica se refiere a las oportunidades para que los novatos participen en actividades que son similares a las prácticas de una profesión. Este estudio se enfocó en la representación y la descomposición de la práctica.

El conocimiento profesional de los maestros (CPM) se refiere a la adquisición del conocimiento tanto de los aspectos teóricos como del conocimiento fundamentado en la investigación. Por lo general, los FM adquieren el CPM basado en tres pilares: conocimiento del contenido, de la pedagogía y de los aspectos educativos (ZARAGOZA et al., 2021). Estos últimos incluyen lo relacionado con el proceso de enseñanza y aprendizaje, independientemente de la disciplina de estudio. Los FM aprenden el CPM en los programas de preparación de maestros de las universidades. El CPM requiere identificar eventos relevantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje en situaciones que se observan en el salón de clases. Este proceso cognoscitivo se conoce con el término observación profesional y consiste en identificar los componentes significativos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, los cuales tienen el potencial de influenciar en el entendimiento de los estudiantes.

Los programas de formación de maestros deben incluir a la observación como una de las capacidades que deben adquirir los FM. Van Es & Sherin (2002) proponen tres pasos para aprender a observar profesionalmente. Primero, se deben identificar los componentes significativos en una situación de enseñanza/aprendizaje; luego se utiliza lo que se conoce del contexto para razonar sobre la situación; y, finalmente se hacen conexiones entre los eventos específicos y los principios de enseñanza/aprendizaje. La observación profesional debe tener unos propósitos específicos. Observar e interpretar los eventos que se dan en el salón de clases debe tener como meta ayudar a los FM a enfocarse en el pensamiento de los estudiantes (AMADOR & CARTER, 2016; BLOMBERG et al., 2011; SEIDEL & STÜRMER, 2014). En este estudio se pretende identificar los eventos que desarrollan la observación profesional de los FM.

2. Método

Este es un estudio cualitativo (CRESWELL, 2012) en el cual se analizaron los documentos que utilizaron los FM de matemáticas para recopilar las observaciones realizadas en las clases que ofrecieron los MC en la escuela. Estas observaciones se realizaron durante el primer mes de clases y formaban parte de las tareas de un curso de métodos sobre el uso de manipulativos y tecnología en la enseñanza de la matemática en el nivel secundario. Para registrar las observaciones, los FM utilizaron una plantilla provista por la profesora del curso de métodos. Para preparar esta plantilla se usaron como referencia modelos presentados en la literatura (GLEASON ET AL., 2015; JACKSON et al., 2011; MATHEWS et al., 2009; SAWADA et al., 2002). La misma incluía las instrucciones, la definición del componente de la proficiencia matemática que se debía observar, la información de la clase y un espacio para anotar lo observado en tres instancias de la clase: inicio, desarrollo y cierre. La tabla incluía cuatro secciones rotuladas de la siguiente forma: uso de la tecnología, estrategias de assessment y uso del lenguaje. Al final, había un espacio donde se les solicitaba que reflexionaran sobre las estrategias de assessment usadas en el componente de proficiencia matemática que estaban observando.

Se solicitó a los FM que en sus observaciones narraran cómo se integraba uno de los componentes de la proficiencia matemática. Este concepto es representado por Kilpatrick et al. (2001) como cinco hebras entrelazadas entre sí que forman una soga para resaltar la importancia de desarrollarlas simultáneamente. Específicamente, incluye cinco componentes: *comprensión matemática*, *fluidez en los procesos*, *competencia estratégica*, *razonamiento* y *disposición productiva*. Aunque en el curso universitario se discutieron todos los anteriores, en las observaciones que realizaron los FM en la escuela, solo se les pidió que se concentraran en los primeros tres. Los autores definen la *comprensión matemática* o *entendimiento conceptual* como la comprensión de conceptos matemáticos, operaciones y relaciones. Los estudiantes con comprensión matemática conocen más que datos aislados y métodos; entienden por qué una idea matemática es importante y los contextos en que será útil; un indicador importante de que se tiene entendimiento conceptual es poder hacer diferentes representaciones de una situación matemática. La *fluidez en los procesos* se refiere a la habilidad para llevar a cabo los procedimientos de manera flexible, precisa, eficiente y adecuada. Los estudiantes con fluidez en los procesos no solo pueden realizar operaciones efectivamente, sino que pueden explicar los

algoritmos que realizan. La *competencia estratégica* es la capacidad para formular, representar y resolver problemas matemáticos; es tener la capacidad de resolver problemas no rutinarios y poder representarlos de varias formas.

Además, semanalmente se discutió cada uno de los componentes de la proficiencia matemática, tanto aspectos teóricos como ejemplos prácticos. Posteriormente, los FM debían observar clases de sus MC con el propósito de identificar cómo los MC desarrollaban cada uno de los componentes de la proficiencia matemática en sus estudiantes y cómo estos mostraban haber adquirido estos componentes. Las observaciones las registraban en el formulario creado para esos propósitos. En el Apéndice se incluye el formulario para la observación correspondiente a la *comprensión matemática*. Se utilizaron formularios similares para la *fluidez en los procesos* y para la *competencia estratégica*. En particular, en la primera clase a la que asistieron, observaron la *comprensión matemática*; en la segunda, la *fluidez en los procesos* y en la tercera, la *competencia estratégica*. De esta forma se intentaba minimizar la brecha entre la teoría y la práctica. Los FM observaron los siguientes cursos: pre-álgebra (séptimo grado), álgebra elemental (noveno grado) y geometría (décimo grado). Se analizaron los datos recopilados en los años académicos 2019-2020 y 2020-2021, en el primer año las observaciones fueron presenciales y en el segundo año fueron virtuales debido a la pandemia del COVID 19.

En el curso de métodos se les enseñó a los FM aspectos relacionados con la interconectividad en el salón de clases, incluyendo el uso y manejo de la plataforma *Teacher Desmos Activity Builder* (TDAB), esta se usa para redactar lecciones. En esta plataforma se pueden redactar lecciones interactivas que integran diversas herramientas. Por ejemplo, se pueden formular preguntas para que los estudiantes respondan tanto usando texto, como simbolismo matemático. Si se desea, se puede permitir que todos los estudiantes de la clase vean las respuestas de sus compañeros. Además, pueden trazar gráficas, completar tablas de valores, hacer dibujos, integrar el uso de la calculadora científica, integrar herramientas de geometría, entre muchos otros aspectos. Todo lo anterior, promueve la participación de los estudiantes.

2.1 Participantes

Participaron del estudio 16 FM, los cuales pertenecían a la Facultad de Educación de una Universidad pública de Puerto Rico, matriculados en un curso universitario sobre el uso de manipulativos y tecnología en la enseñanza de la matemática en el nivel secundario, el cual fue modificado para realizar la investigación. Los cambios están relacionados al estudio de la

proficiencia matemática (Kilpatrick et al., 2001), el uso de tecnologías de interconectividad y la inclusión del requisito de experiencias de campo en una escuela secundaria pública de Puerto Rico.

El primer año participaron del estudio 11 FM, lo cual representa el 69% de todos los participantes. De estos, ocho eran féminas y tres eran varones. En el segundo año participaron cinco FM, lo cual representa el 31% de todos los participantes. Para todos, esta era su primera experiencia de campo.

3. Análisis de los datos

Se realizó un análisis de contenido (FRAENKEL & WALLEN, 2012) de tres observaciones realizadas por cada uno de los 16 FM. Las mismas se llevaron a cabo en los años académicos 2019-2020 y 2020-2021.

Inicialmente los cuatro investigadores que participaron en ese estudio crearon el libro de códigos (Cuadro 1). El propósito de la codificación era determinar la capacidad de observación profesional de los FM, definida como la capacidad de describir, explicar y predecir (SEIDEL & STÜRMER, 2014) la proficiencia matemática. Para efectos de este estudio se tomaron como referencia los trabajos de Blomberg et al. (2011); Seidel & Stürmer, (2014) y Zaragoza et al. (2021). Describir se refiere a cómo los FM narraron lo que ocurrió en el salón de clases enfatizando en el componente de la proficiencia matemática que estaban observando. Explicar se refiere a si los FM establecieron la relación entre lo que observaron en el salón de clases y los componentes teóricos de la proficiencia matemática que estaban estudiando Predecir se refiere a la inclusión del pronóstico de las posibles consecuencias de lo que estaban observando.

Una vez creado el libro de código, los investigadores codificaron individualmente cuatro observaciones y realizaron análisis grupales hasta que lograron calibrar las codificaciones. Posteriormente se dividieron en dos equipos para codificar el resto de las observaciones. Los investigadores en cada equipo codificaron independientemente 24 observaciones. Se realizaron pruebas Kappa Cohen para determinar la confiabilidad del análisis efectuado en cada una de las observaciones.

Cuadro 1

Instrumento (libro de códigos) usado para codificar los datos de la observación 1

Niveles	Habilidad para describir	Habilidad para explicar	Habilidad para predecir
3: Aplica en toda la observación.	Describió lo que ocurrió en el salón de clases enfatizando en la <i>comprensión matemática</i> .	Explicó lo que ocurrió en el salón de clases enfatizando en la <i>comprensión matemática</i> .	Incluyó el pronóstico de las posibles consecuencias de lo que estaba observando, enfatizando en la <i>comprensión matemática</i> .
2: Aplica solo en algunas ocasiones durante la observación.	Describió la <i>comprensión matemática</i> solo en algunas ocasiones.	Explicó la <i>comprensión matemática</i> solo en algunas ocasiones.	Predijo las posibles consecuencias de lo que estaba observando, relacionado con la <i>comprensión matemática</i> , solo en algunas ocasiones.
1: No aplica.	Apenas se percibió la descripción de la <i>comprensión matemática</i> .	Apenas se percibió la explicación de la <i>comprensión matemática</i> .	Apenas se percibieron las posibles consecuencias de lo que estaba observando, relacionado con la <i>comprensión matemática</i> .

Fuente: Adaptación de Zaragoza et al. (2021)

Los resultados presentados en la Tabla 1 muestran valores altos respecto a la fuerza de la concordancia, lo que indica que los investigadores codificaron eventos semejantes de forma similar (BAKEMAN & GOTTMAN, 1989). Para el cálculo de los coeficientes Kappa se utilizó el software estadístico R versión 4.2.0 para Windows.

Tabla 1

Valores obtenidos con la prueba Kappa Cohen 2020-2021

Observación	Año 2020	Año 2021
Observación 1	0.73	0.81
Observación 2	0.96	0.81
Observación 3	0.92	0.97

Fuente: Elaboración propia

4. Resultados y discusión

A pesar de que en la primera observación los FM se debían enfocar en la *comprensión matemática*; en la segunda en la *fluidez de los procesos* y en la tercera en lo relacionado con *competencia estratégica*, los investigadores codificaron y determinaron la media aritmética de cada uno de los tres componentes de proficiencia matemática para las tres observaciones. El propósito fue analizar cómo evolucionó la capacidad de observación de los FM en cada uno de los componentes. Además, se calculó la media para el componente de tecnología. La Tabla 2 ilustra esta información. Los valores mínimos y máximos posibles de los datos son 2 y 6, respectivamente. De estos datos se desprende que las medias obtenidas para cada observación en los cuatro componentes fueron mayores en el año 2021 al compararlas con el 2020. La única excepción ocurrió para la *competencia estratégica* en la observación dos. Además, los resultados de la Tabla 2 indican que en el año 2020 las medias obtenidas fueron aumentando para cada observación. La única excepción ocurrió para el componente de *comprensión matemática*, donde se muestra que la media fue menor en la observación tres al compararla con la observación dos. En el año 2021 la media fue menor en la observación dos al compararla con la observación uno, mientras que la media de la observación tres fue mayor que la de la observación dos. Lo anterior se obtuvo para todos los componentes de proficiencia matemática en ese año.

Tabla 2

Medias aritméticas obtenidas en los componentes de proficiencia matemática para cada observación

Observación	Media Comprensión Matemática		Media Fluidez en los Procesos		Media Competencia Estratégica		Media Tecnología	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Observación 1	2.95	4.83	2.45	4.00	2.33	4.30	2.79	4.33
Observación 2	3.91	4.00	3.00	3.53	2.85	2.73	3.06	3.73
Observación 3	3.21	4.27	3.76	4.60	3.30	3.87	3.39	4.40

Fuente: Elaboración propia

Además, en la Tabla 2 se observa que en el 2020 los valores de la media del componente de comprensión matemática oscilan entre los 2.95 a los 3.91 puntos. Esto indica una mejoría del desarrollo de la observación de la comprensión de las ideas matemáticas, sus relaciones y los procedimientos correspondientes. En el año 2021 los valores de la media para este componente

fluctuaron entre 4.00 y 4.83, lo que indica que fueron más altas que las encontradas en el 2020 (Tabla 4). Evidencia que los FM tienen organizado el conocimiento de forma coherente, pueden identificar por qué una idea matemática es importante, en qué momento usarla y cómo conectarla con otra.

Tabla 3

Comportamiento de la media de los componentes de la proficiencia matemática y tecnología

Año	Entendimiento Conceptual	Fluidez de los procesos	Competencia estratégica	Tecnología
2020	3.35	3.07	2.83	3.08
2021	4.37	4.04	3.63	4.15

Fuente: Elaboración propia

De todas las observaciones que se analizaron, uno de los FM escribió acerca de la comprensión matemática: *“Luego de haber completado esta observación pude adentrarme en las posibilidades que existen para la enseñanza de las matemáticas en el nivel secundario dentro de una modalidad virtual, pero sobre todo conocer cuáles son los indicadores de la comprensión matemática. ... Ya que había unos conceptos totalmente nuevos para ellos, el profesor [MC] buscó la forma de explicar lo mismo, pero de maneras distintas. Por ejemplo, para la explicación de los puntos residuales, el profesor [MC], además de presentar la transparencia con las definiciones y la imagen de una gráfica, también incorporó la gráfica de Desmos para dar un ejemplo. Me pareció interesante porque pude ver la importancia de incorporar varias formas de explicar. Esto fue eficaz, pues, cuando el profesor [MC] estaba explicando, un estudiante entendió más con la explicación verbal que el profesor [MC] dio y yo por otro lado, tratando de ponerme en los zapatos de un estudiante, pude entender mejor con la representación visual de Desmos [TDAB]. Aunque no soy estudiante de este curso, asumí que pasó lo mismo con el resto de los estudiantes.”*

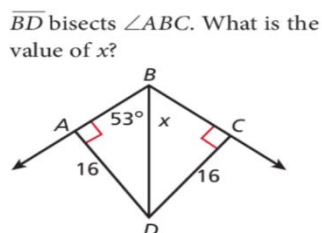
Para el año 2020, los valores de la media del componente de la *fluidez de los procesos* se encuentran desde los 2.45 a los 3.76 puntos. Este aumento también se observa en la segunda observación, esto es importante porque el foco en esta fue el análisis de la fluidez. Estos incrementos sugieren que los FM tienen acceso al conocimiento de los procesos, saben cuándo y cómo utilizarlos de forma apropiada, pueden realizarlos con flexibilidad, eficiencia y

corrección. En el año 2021 los valores de la media para este componente fluctuaron entre 3.53 y 4.60, nuevamente, más altas que las encontradas en el 2020 (Tabla 3).

Uno de los FM presentó el siguiente ejemplo para ilustrar cómo visualizó la *fluidez de los procesos* en la clase que observó: “El próximo concepto era ordenar fracciones de menor a mayor. Primero había que buscar la fracción equivalente de las fracciones heterogéneas cuyo denominador fuera el mismo, para poder trabajar más fácilmente con fracciones homogéneas. Para buscar las fracciones equivalentes utilizaron el concepto del múltiplo común mínimo. Para esto los estudiantes utilizaron la factorización prima de cada uno de los denominadores de las fracciones heterogéneas, lo cual hicieron con fluidez. Luego de eso fácilmente pudieron ordenarlas.”.

Otro FM escribió el siguiente ejemplo en la observación dos. Incluyó lo presentado en la Figura 1.

Figura 1
Ejemplo presentado por un FM para mostrar fluidez en los procesos



“María (pseudónimo de una estudiante) comenzó expresando que la medida de la variable x sería 53 grados. Esto debido a que el ángulo ABC es bisecado por el segmento BD y de este modo x tendrá el mismo valor. Logró fomentar la explicación, mediante la utilización del Teorema; ya que, las medidas de los segmentos AD y CD son 16 y estos segmentos forman una perpendicular con sus respectivas paredes.” Se percibe que el FM narró lo que una de las estudiantes de la clase explicó, mostrando que esta poseía *fluidez en los procesos*.

En el año 2020 los valores de la media del componente de la *competencia estratégica* fluctuaron desde 2.33 a los 3.30 puntos, lo cual indica que los FM mejoraron su capacidad de formular, representar y resolver problemas matemáticos. Este aumento en la media también se puede observar para los valores de la observación 3, cuyo objetivo fue analizar la *competencia*

estratégica. En el año 2021 los valores de la media estuvieron entre 2.73 y 4.30. Estos valores fueron más altos que los obtenidos en el 2020 (Tabla 4).

A continuación, se extrae una de las expresiones de un FM sobre el componente de competencia estratégica: *“Les pide [refiriéndose al MC] que hagan otro ejercicio con dos triángulos semejantes y les pide que encuentren el factor de escala. Luego de discutir el ejercicio los estudiantes lo escriben.”* Otro FM presentó el siguiente ejemplo que evidencia la competencia estratégica en la clase que observó. *“Para ambas secciones presentó el siguiente ejercicio: Malena tiene 15 libros y Ámbar 7. Malena va a comprar 2 libros cada mes. Ámbar va a comprar 4 libros cada mes. ¿Cuánto tiempo tardaría Ámbar en tener la misma cantidad de libros que Malena?... Respuesta de una estudiante: “Quizás tome mucho tiempo en alcanzarla, pero en algún momento si la alcanzará”.*

Los valores del componente de la tecnología fluctuaron entre 2.79 y 3.39 en el 2020 y entre 4.33 y 4.40 puntos en el 2021. Esto evidencia la importancia del uso de la tecnología en las lecciones de matemáticas. El uso de la tecnología fue mayor en el segundo año debido a la pandemia. Este hallazgo se observa en la Tabla 3. Con respecto a estos resultados, un FM escribió: *“En ambas clases el maestro utilizó Desmos [se refiere a TDAB] para poder trabajar en el ejercicio y ver gráficamente los resultados que los estudiantes encontraron con sus cálculos. Además, utilizó [refiriéndose al MC] la plataforma para cuando la solución del sistema de ecuaciones es incierta y de forma gráfica poder llegar a un aproximado y resolver”.*

Otro FM presentó el siguiente ejemplo donde se menciona el uso de la tecnología por parte del MC: *“El uso de la herramienta de Desmos [se refiere al TDAB] en el caso de las presentaciones, permite una sección de anotaciones que se puede incluir en la transparencia para que los estudiantes tengan una manera de escribir notas mientras se está discutiendo el tema. De la manera que estuvo organizada la presentación, permitía que los estudiantes se familiarizaran con conceptos y luego los entrelazaran. En otras palabras, se dividió el tema general en tres partes: secuencias, secuencias aritméticas y regla recursiva (que no dio tiempo discutir). Esa división que la herramienta tecnológica permite hacer es una manera de fomentar la competencia estratégica, pues al trabajar por partes en una presentación es menos abrumador que encontrarse frente a un libro donde todo está escrito a la vez y uno a veces ni sabe por dónde empezar. Con una visión de ir entrelazando los conceptos es que se pudo lograr ese objetivo de la proficiencia matemática.”*

Por otro lado, la Tabla 4 presenta las medias aritméticas obtenidas para la descripción, explicación y predicción para cada observación. De la misma forma que sucedió con los componentes de la proficiencia matemática y la tecnología, las medias obtenidas en el 2020 fueron aumentando para cada observación. Además, las medias correspondientes a la predicción son menores que las medias de la descripción y de la explicación. Las medias mayores fueron para la descripción, en particular las que corresponden al 2021.

Tabla 4

Medias aritméticas obtenidas para la descripción, explicación y predicción para cada observación

Observación	Media Descripción		Media Explicación		Media Predicción	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
Observación 1	3.15	5.31	2.65	4.94	2.10	2.88
Observación 2	4.11	4.30	3.27	3.75	2.23	2.45
Observación 3	4.16	5.20	3.57	4.70	2.52	2.95

Fuente: Elaboración propia

Específicamente, en la Tabla 4 se observa que la media de la descripción en el primer año aumentó paulatinamente de 3.15 a 4.16 puntos. En el segundo año no se observó un aumento en cada observación, sin embargo, las medias fueron valores más altos que los obtenidos en el primer año, ya que oscilaron entre 4.30 y 5.31. Este hallazgo se observa en la Tabla 5. Esto evidencia que cuando las observaciones fueron de clases virtuales, los FM mejoraron su capacidad de descripción escrita según iban redactando cada observación. Al parecer, cuando las clases son virtuales los FM hacen mejores descripciones. Aunque no se puede asegurar una relación causal, los autores se atreven a indicar que cuando las clases fueron virtuales, los FM describieron con más detalles e incluso incluyeron ilustraciones. Al parecer, el uso de la tecnología contribuye a hacer mejores descripciones. A través de las especificaciones que detallan acerca de los componentes de la proficiencia matemática, organizan el contenido acorde a los objetivos del formulario de observación. Esto es, los análisis realizados indican que los FM tienen mayor facilidad para describir los eventos importantes de la clase. Pueden identificar, relatar y diferenciar las acciones de los MC y de los estudiantes en la clase.

Tabla 5

Comportamiento de las medias de los componentes: descripción, explicación y predicción

Año	Capacidad de observación profesional		
	Describir	Explicar	Predecir
2020	3.81	3.16	2.28
2021	4.94	4.46	2.76

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la dimensión de la explicación, en el 2020 los valores de la media aumentaron desde los 2.65 a los 3.57 puntos. Mientras que en el 2021 estos valores fluctuaron entre desde 3.75 hasta 4.94 puntos. Se observa que las medias obtenidas en el 2021 fueron mayores que las obtenidas en el 2020. Lo anterior se observa en la Tabla 6. Esto evidencia que los FM despliegan la información, la organizan, dan a conocer sus particularidades del componente en estudio. Para ello, también explican el uso de símbolos matemáticos; establecen criterios en el relato correspondiente al uso del lenguaje matemático; explican las estrategias de assessment, las actividades y reflexiones sobre estos conceptos.

Los valores de la media de la predicción en el análisis de los contenidos de las tres observaciones tienen bajo puntaje, alrededor de los 2 puntos. Específicamente en el 2020 los valores de la media fluctuaron entre 2.10 y 2.52 puntos y en el 2021, los valores estuvieron entre 2.45 y 2.95. Aunque estas medias fueron bajas, el componente de predicción fue mayor en el 2021 que en el 2020, según se observa en la Tabla 6. Estos valores sugieren que los FM en sus relatos no predicen qué podría suceder acerca de los cuatro componentes. Es decir, en sus observaciones los FM no mostraron habilidad para pronosticar las consecuencias de las actividades del salón de clases con el aprendizaje de los estudiantes. Esto evidencia que los FM no tienen aún la experiencia para relatar la predicción acerca de la comprensión matemática, la fluidez de los procesos, la competencia estratégica, y el uso de la tecnología.

5. Conclusiones

Se describieron en este artículo las experiencias de FM en las primeras semanas de un curso de métodos de la enseñanza de las matemáticas y las actividades clínicas que realizaron para conectar lo discutido en el curso de métodos con la práctica. Para promover el desarrollo de la observación profesional, se siguieron los postulados de Grossman et al. (2009). En el curso de métodos se realizaron ejercicios de descomposición y de representación de la práctica. En el

curso de métodos se estudiaron los componentes de la proficiencia matemática, los FM fueron expuestos a los aspectos teóricos y se discutieron ejemplos. Utilizando un instrumento de observación diseñado para tales efectos, los FM observaron tres clases de sus MC e hicieron los respectivos informes. Se observó que los FM pudieron identificar y describir eventos relacionados a la *comprensión conceptual*, la *fluidez matemática* y la *competencia estratégica*. Tuvieron dificultad para explicar los eventos en términos teóricos y más aún para predecir el efecto de los eventos observados en el aprendizaje de los estudiantes.

A pesar de que los FM fueron expuestos a realizar observaciones de clases de matemáticas en la escuela, las mismas fueron necesarias, pero no suficientes para desarrollar en estos la capacidad de observación como se deseaba. Esto se evidencia ya que, en los informes de observación entregados, las medias de las puntuaciones obtenidas para la explicación y predicción no fueron tan altas como se esperaba.

La intervención se realizó en las primeras semanas del curso de métodos y era la primera vez que los futuros maestros tenían la oportunidad de realizar experiencias de campo, es posible que los participantes no hayan tenido tiempo para incorporar los nuevos esquemas a su repertorio personal. Se recomienda que para futuras intervenciones se realice un ejercicio de discusión, dentro del curso de métodos, de la primera observación. La discusión socializada guiada por el profesor o la profesora del curso de métodos puede servir para resaltar los aspectos importantes y relevantes que los FM deben tener en cuenta durante la observación. Esta actividad podría ayudar a promover la conexión entre los aspectos teóricos y prácticos (VAN ES & SHERIN, 2002).

Se observó también que el uso frecuente de herramientas tecnológicas en el 2021, debido a la situación ocasionada por la pandemia, posiblemente ayudó a los FM a documentar las observaciones que realizaron en la escuela. Tenían acceso tanto a los libros de texto digitales de los cursos que se ofrecían en la escuela, como a las actividades virtuales redactadas en la plataforma TDAB y compartían las planificaciones en un archivo digital común. Entre otras cosas, esto les permitió “cortar y pegar” las imágenes que necesitaban para explicar mejor lo que observaban en las clases.

Referencias

- AMADOR, J. M., & CARTER, I. S. (2016). Audible conversational affordances and constraints of verbalizing professional noticing during prospective teacher lesson study. *Journal for Mathematics Teacher Education*, 21, 5-34. <http://doi.org/10.1007/s10857-016-9347-x>
- BAKEMAN, R., & GOTTMAN, J. M. (1989). *Observación de la interacción: Introducción al análisis secuencial*. Morata.
- BALL, D. L., THAMES, M. H., & PHELPS, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- BLOMBERG, G., STÜRMER, K., & SEIDEL, T. (2011). How pre-service teachers observe teaching on video: Effects of viewers' teaching subjects and the subject of the video. *Teaching and Teacher Education*, 27(7), 1131-1140. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2011.04.008>
- CRESWELL, J. W. (2012). *Educational research, planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. (4th ed.). Pearson.
- DORSCH, F. (1985). *Diccionario de psicología*. Editorial Herder.
- FRAENKEL, J., WALLEN, N., & HYUN, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw Hill.
- GLEASON, J., LIVERS, S. D., & ZELKOWSKI, J. (2015). *Mathematics classroom observation protocol for practices: Descriptors manual*. Recuperado de <http://jgleason.people.ua.edu/mcop2.html>
- GROSSMAN, P., COMPTON, C., IGRA, D., RONFELDT, E. SHAHAN, E., & WILLIAMSON, P. (2009). Teaching practice: A cross-professional perspective. *Teachers College Record*, 111(9), 2055-2100. <https://doi.org/10.1177/016146810911100905>
- HAMMERNESS, K., DARLING-HAMMOND, L., GROSSMAN, P., RUST, F., & SHULMAN, L. (2005). The design of teacher education programs. In L. Darling-Hammond and J. Bransford (Eds.), *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do* (pp. 390-441).
- JACKSON, B., RICE, L., & NOBLET, K. (2011). *What do we see? Real time assessment of middle and secondary teachers' pedagogical content knowledge*. En S. Brown, S., Larsen, K. Marrongelle, & M. Oehrtman (Eds.), *Proceedings of the 14th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education*, Vol. 4, pp 103-108. Portland, Oregon. http://sigmaa.maa.org/rume/RUME_XIV_Proceedings_Volume_4.pdf
- KILPATRICK, J., SWAFFORD, J., & FINDELL, B. (Eds.). (2001). *Adding it Up: Helping Children Learn Mathematics*. National Academy Press.

- KOEHLER, M. J., & MISHRA, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>
- MATTHEWS, M. E., HLAS, C. S., & FINKEN, T. M. (2009). Using lesson study and four column lesson planning with preservice teachers. *Mathematics Teacher*, 102(7), 504-508. <https://doi.org/10.5951/MT.102.7.0504>
- SAWADA, D., PIBURN, M. D., JUDSON, E., TURLEY, J., FALCONER, K., BENFORD, R., & BLOOM, I. (2002). Measuring reform practices in science and mathematics classrooms: The reformed teaching observation protocol. *School Science & Mathematics*, 102(6), 245-253. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2002.tb17883.x>
- SEIDEL, T., & STÜRMER, K. (2014). Modeling and measuring the structure of professional vision in preservice teachers. *American Educational Research Journal*, 51(4), 771-739. <https://doi.org/10.3102%2F0002831214531321>
- SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- VAN ES, E. A., & SHERIN, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571-596. https://www.researchgate.net/publication/252692170_Learning_to_Notice_Scaffolding_New_Teachers'_Interpretations_of_Classroom_Interactions
- ZARAGOZA, A., SEIDEL, T., & HIEBERT, J. (2021). Exploring preservice teachers' abilities to connect professional knowledge with lesson planning and observation. *European Journal of Teacher Education*. <https://doi.org/10.1080/02619768.2021.1996558>

APÉNDICE

FORMULARIO DE OBSERVACIÓN DE CLASE COMPRESIÓN MATEMÁTICA

INSTRUCCIONES

En este formulario se registran las acciones del maestro(a) y de los (las) estudiantes que evidencian el desarrollo de la comprensión de las ideas matemáticas, sus relaciones y los procedimientos correspondientes. La persona tiene organizado el cuerpo de conocimiento en un todo coherente, esto es, sabe por qué una idea matemática es importante, en qué momento se utiliza y cómo conecta con otras.

Nombre de la Escuela: _____

Nombre del maestro(a) cooperador: _____

Fecha: _____ Hora: _____ Grado: _____

Tema(s) discutido(s): _____

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE FÍSICO

Cantidad de estudiantes en la clase: _____

Distribución de los (las) estudiantes (grupos, parejas, individual): _____

Recursos utilizados: _____

DESARROLLO DE LA CLASE

Para cada etapa de la clase registra las acciones del maestro(a) y de los (las) estudiantes que evidencian el desarrollo de la comprensión matemática.

Inicio

--

Desarrollo

--

Cierre

--

USO DE LA TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE LA COMPRESIÓN

ESTRATEGIAS DE ASSESSMENT UTILIZADAS POR EL MAESTRO(A)

LENGUAJE RELACIONADO A COMPRESIÓN MATEMÁTICA

REFLEXIONES SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE ASSESSMENT DE LA COMPRESIÓN MATEMÁTICA

Autores

Omar Hernández-Rodríguez

Bachillerato en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá,
Cundinamarca, Colombia;

Maestría en Matemáticas, Purdue University, West Lafayette, Indiana, United States;

Doctorado en Currículo y Enseñanza en Matemáticas, Universidad de Puerto Rico,
Recinto de Río Piedras. Labora en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

Sus líneas de investigación se relacionan con: estudio del desarrollo conceptual en las
matemáticas, los procesos cognitivos y metacognitivos en la solución de problemas
matemáticos; incorporación de nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas,
formación y el desarrollo profesional de maestros y maestras.

omar.hernandez4@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0002-4192-4205>

Wanda Villafañe-Cepeda

Bachillerato en Educación Secundaria en Matemáticas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras; Maestría en Educación Secundaria en Matemáticas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras; Doctorado en Currículo y Enseñanza en Matemáticas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Labora en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Sus líneas de investigación se relacionan con estrategias efectivas para enseñar y aprender matemáticas, integración de la tecnología en el aprendizaje de matemáticas.

wanda.villafane1@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0003-0495-7734>

Juliette Moreno-Concepción

Bachillerato en Artes en Educación Secundaria con Concentración en Física y una Segunda Concentración en Matemáticas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras; Maestría en Educación con Especialidad en Currículo y Enseñanza y una Subespecialidad en Educación Matemática, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

Estudiante doctoral en Educación con Especialidad en Currículo y Enseñanza y Subespecialidad en Educación Matemática, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Labora en la Escuela Especializada en Ciencias, Matemáticas y Tecnología, Caguas, Puerto Rico.

Su línea de investigación se relaciona con la integración de las TICs en la Enseñanza de las Matemáticas y la preparación de Maestros de Matemática

juliette.moreno@upr.edu

<https://orcid.org/0000-0002-8563-5712>

Yency Choque-Dextre

Bachillerato en Ingeniería Estadística e Informática de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM)

Maestría en Estadística Matemática de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

Estudiante doctoral de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras
Labora como asistente de investigación en la Oficina de Evaluación de la Facultad de Educación de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

Su línea de investigación se relaciona con análisis estadístico de evaluaciones internacionales y acreditación de programas educativos.

yency.choque@uprd.edu

<https://orcid.org/0000-0001-6992-4859>

Como citar este artículo:

HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O.; VILLAFAÑE-CEPEDA, W.; MORENO-CONCEPCIÓN, J.; CHOQUE-DEXTRE, Y. Desarrollo de la capacidad de observación profesional de los futuros maestros de matemáticas. **Revista Paradigma**, Vol. XLIV, Nro. 2, Julio 2023 / 354 – 373.
DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2023.p354-373.id1319