



IMPACTO DE ACTIVIDADES DE DESARROLLO PROFESIONAL EN LAS PRÁCTICAS DOCENTES DE MATEMÁTICAS EN COLOMBIA. UN ESTUDIO CUANTITATIVO.

PROFESSIONAL DEVELOPMENT IMPACT ON COLOMBIAN MATHEMATICS TEACHING PRACTICES. A QUANTITATIVE STUDY.

IMPACTO DAS ATIVIDADES DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL NAS PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA NA COLÔMBIA. UM ESTUDO QUANTITATIVO.

Brigitte Johana Sánchez Robayo *

Como citar este artículo: Sánchez Robayo, B. J. (2024). Impacto de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 19 (1), pp.103-115. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.21094>

Resumen

Asumiendo la importancia que tienen las actividades de desarrollo profesional para el mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas y la falta de estudios correlaciones entre estos dos aspectos, se realizó un estudio cuantitativo en el que se tomaron respuestas de 835 profesores de matemáticas en ejercicio para identificar qué tanto es el impacto de diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en sus prácticas docentes. Inicialmente, se presenta una breve discusión acerca del término *desarrollo profesional* para luego esclarecer a qué hace referencia la expresión *actividades de desarrollo profesional -ADP-* y concluir la sección con la pregunta de investigación: ¿Qué tanto influyen los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia? Posteriormente se presentan aspectos metodológicos en los que, usando la regresión logística como método de análisis, se identificó que la participación en cursos o seminarios virtuales tienen mayor posibilidad de impactar las prácticas docentes. Seguido de este tipo de actividad, la participación en conferencias educativas, la participación en programas de educación formal y la lectura de literatura profesional también tienen mayores posibilidades de impactar las prácticas docentes en matemáticas. Aunque estos son los resultados principales, en las conclusiones se interpretan otras relaciones identificadas y se dan algunas sugerencias utilizando también diferentes hallazgos reportados en la literatura. Por ejemplo, se recomienda el apostarle a la creación de cursos o seminarios virtuales como un mecanismo para tener un mayor impacto positivo en las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio; también se recalca la importancia de fortalecer los eventos

Recibido: Agosto 2023; Aprobado: Diciembre 2023

* Curriculum and Instruction, Ph.D. Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, bjanchezr@udistrital.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-5697-3205>.

académicos en educación matemática y de crear, en el marco de los programas de desarrollo profesional, redes de profesores de manera intencionada para que el impacto positivo en las prácticas docentes de matemáticas sea aún mayor.

Palabras-Clave: Desarrollo Profesional. Práctica Pedagógica. Análisis de Regresión. Formación de Profesores. Educación Matemática.

Abstract

In this report, professional development is assumed as fundamental for the improvement of teaching mathematics. Additionally, there is a lack of studies that consider correlations between those two aspects. In this research, I assumed those facts to make a quantitative study. In this study, I considered 835 in-service mathematics teachers' answers to identify to what extent different types of professional development impact teaching practices. First, I introduce a brief discussion about the term *professional development* and the expression *professional development activities -PDA (ADP)-*. Then, I conclude the section with the research question: to what extent do the different types of professional development activities influence mathematics teaching practices in Colombia? Later, I present methodological aspects. By using logistic regression as the analysis method, I identified that the participation in online courses or seminars has the highest possibility to impact teaching practices. The impact of this type of PDA is followed by the impact of the participation in: educative conferences, formal qualification programs, and reading professional literature. Although those are the main findings, I interpret other identified relationships and I give some suggestions using different findings from the literature. For instance, I recommend the creation of online seminars or courses as a way to have higher positive impact in the in-service mathematics teaching practices. I also highlight strengthening conferences in mathematics education. Additionally, I post that teacher networks should be intentionally created in professional development programs to increase the positive impact of these programs in the mathematics teaching practices.

Keywords: Professional Development. Pedagogical Practices. Regression Analysis. Teacher Education. Mathematics Education.

Resumo

Assumindo a importância das atividades de desenvolvimento profissional para a melhoria do ensino de matemática e a falta de estudos de correlação entre esses dois aspectos, foi realizado um estudo quantitativo no qual foram coletadas respostas de 835 professores de matemática em exercício para identificar o quanto o impacto de diferentes tipos de atividades de desenvolvimento profissional está em suas práticas de ensino. Inicialmente, é apresentada uma breve discussão sobre o termo *desenvolvimento profissional* para, em seguida, esclarecer a que se refere a expressão *atividades de desenvolvimento profissional -ADP-* e concluir a seção com a questão de pesquisa: *¿O quanto os diferentes tipos de atividades de desenvolvimento profissional influenciam nas práticas de ensino de matemática na Colômbia?* Posteriormente, são apresentados aspectos metodológicos nos quais, utilizando a regressão logística como método de análise, identificou-se que a participação em

cursos ou seminários virtuais tem maior possibilidade de impactar as práticas docentes. Seguindo esse tipo de atividade, a participação em conferências educacionais, a participação em programas de educação formal e a leitura de literatura profissional também têm maior probabilidade de impactar as práticas de ensino em matemática. Embora estes sejam os principais resultados, nas conclusões interpretam-se outras relações identificadas e dão-se algumas sugestões, recorrendo também a diferentes achados referidos na literatura. Por exemplo, recomenda-se apostar na criação de cursos ou seminários virtuais como mecanismo para ter um maior impacto positivo nas práticas pedagógicas dos professores de matemática em exercício; Também é destacada a importância de fortalecer eventos acadêmicos em educação matemática e criar, no âmbito de programas de desenvolvimento profissional, redes de professores intencionalmente para que o impacto positivo nas práticas de ensino de matemática seja ainda maior.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Profissional. Prática Pedagógica. Análise de Regressão. Formação de Professores. Educação Matemática.

1. Introducción

El desarrollo profesional es fundamental para el enriquecimiento del profesor y el mejoramiento de los procesos de enseñanza. En este sentido, el desarrollo profesional del profesor es fundamental en cualquier sistema educativo y es uno de los centros de investigación en educación. No obstante, el término desarrollo profesional en el campo de la educación abre un abanico de posibles significados y diversidad de panoramas que pueden incluir desde la existencia de programas de formación a nivel profesional hasta las diversas acciones que configuran la práctica pedagógica.

Desimone (2009) describe diversos tipos de actividades que son considerados desarrollo profesional y muestra cómo el significado del término ha variado desde considerar cualquier actividad que pretende formar profesores para mejorar su actuar hasta actividades formales o informales que permiten el crecimiento profesional del profesor. En este sentido, el desarrollo profesional está representado en cualquier oportunidad de aprendizaje emergente de actividades profesionales tales como el discutir elementos de la práctica (ej., el progreso de ciertos estudiantes, el diseño y la planeación de actividades específicas), aprender de la

experiencia de algún otro profesor como de su propia práctica, observar su clase o la de otros, o involucrarse en iniciativas educativas.

Para este artículo me referiré a las *actividades de desarrollo profesional* (ADP) como un conjunto de actividades diseñadas para formar profesores en aras de mejorar su práctica docente (Ball & Bass, 2002; Ball & Cohen, 1999; Ball & Forzani, 2010; Desimone, 2009; Korthagen, 2017; Opfer & Pedder, 2011; Osman & Warner, 2020; Shabani, 2016; Silver, 2009; Tirosh & Graeber, 2003; Walter et al., 2021). Así las cosas, existe una diferencia entre oportunidades específicas que son diseñadas para el aprendizaje de profesores y las experiencias informales que también pueden mejorar la práctica docente. El estudio que reporto en este artículo se concentra en la primera de estas opciones.

Las actividades de desarrollo profesional son un foco continuo de investigación en educación de profesores. Específicamente, algunos investigadores proponen modelos específicos de este tipo de actividades para que tengan mayor impacto en las prácticas docentes (Ball & Cohen, 1999; Boesen et al., 2014; Guskey, 2002; Opfer & Pedder, 2011) y otros han estudiado características de eficiencia propias de estas actividades (Boström & Palm, 2020; Desimone, 2009; Dogan & Adams, 2020; Parise & Spillane,

2010) para que produzcan cambios en las prácticas docentes, un mayor aprendizaje en los profesores y en últimas, un incremento en el nivel de aprendizaje de los estudiantes. En particular, hay estudios correlacionales que han establecido que las actividades de desarrollo profesional influyen las prácticas docentes en matemáticas (Bellibaş et al., 2020; Boström & Palm, 2020). Sin embargo, estos estudios se centran en las características del grupo de actividades y en cómo estas características pueden producir una mayor influencia en las prácticas docentes de matemáticas. No se encontraron estudios correlacionales que consideren qué tanto los distintos tipos de actividades de desarrollo profesional afectan las prácticas docentes en matemáticas.

Para el caso específico de Colombia, Guacaneme et al (2017) describen dos escenarios de desarrollo profesional: los programas de formación continuada, particularmente los programas de especialización, maestría y doctorado en Educación Matemática y la formación continuada constituida por aquellas actividades a corto plazo, que también pueden educar al maestro en aspectos más específicos y en menor profundidad sin otorgar titularidad. Bajo este panorama, el impacto que las actividades de desarrollo profesional puedan tener en las prácticas de profesores en ejercicio debe incluir estos dos escenarios.

Previos reportes en Colombia se centran en la formación inicial y continuada de profesores (Gil Chaves, 2016, 2019; Guacaneme et al., 2013; Guacaneme-Suárez et al., 2017). Para el caso de la formación inicial, Guacaneme et al (2013) concluyen que la formación inicial de profesores se da prioritariamente en las ciudades y que es allí donde los profesores están en contacto presencial con sus formadores. Este resultado sugiere que la formación continuada de los profesores en Colombia también se concentra en las ciudades, por lo que se requiere una revisión a nivel nacional respecto a la formación continuada y específicamente, de las actividades de formación profesional. Para el caso de la

formación continuada, los reportes se enfocan en la formación posgradual formal. Estos estudios resaltan el papel que tiene la investigación en dicho panorama. La investigación aquí reportada extiende estos estudios al indagar el impacto de las actividades de desarrollo profesional desde la formación posgradual formal y desde las actividades de formación no conducentes a título. Así las cosas, la pregunta de investigación que orientó la investigación fue ¿Qué tanto influyen los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional en las prácticas docentes de matemáticas en Colombia?

2. Metodología

Esta investigación fue cuantitativa y tuvo como método de análisis la regresión múltiple logística. Los datos provienen de la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje -TALIS- (Teaching and Learning International Survey) diseñada y aplicada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico -OCDE- en asocio con el Consulado Australiano para la Investigación Educativa (Australian Council for Educational Research), Estadística Canadá (Statistics Canada) y la Asociación para la Evaluación y el Éxito Educativo (Association for the Evaluation of Educational Achievement) (OECD, 2019a).

TALIS es una encuesta que pretende diagnosticar diferentes factores de la enseñanza a nivel internacional para influenciar los sistemas educativos. Esta encuesta se aplica cada cinco años desde 2003. Particularmente en Colombia, se aplicó por primera vez en 2018 una vez este país entró a formar parte de la OCDE.

TALIS consta de dos cuestionarios: el de profesores y el de rectores. Ambos cuestionarios se aplicaron online y fueron diseñados en inglés. De igual forma, los cuestionarios se tradujeron al español para el caso de Colombia (OECD, 2019a). Principalmente, la encuesta se aplica en los primeros grados de educación básica secundaria, en profesores que trabajan con

estudiantes cuyas edades oscilan entre los 10 y los 13 años.

En Colombia, la encuesta también se aplicó a profesores cuyos colegios hubiesen participado en el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PISA (Programme for International Student Assessment) durante el año 2018. Dado que dicha prueba es aplicada a estudiantes cuyas edades oscilan alrededor de los quince años, la muestra considera profesores que enseñan matemáticas a nivel de secundaria.

Para este estudio consideré las preguntas 22 y 25 del cuestionario para profesores. A continuación, presento una traducción de estas preguntas. En todos los casos, las opciones de respuesta eran Sí o No.

Tabla 1. Preguntas TALIS

PREGUNTA 22	PREGUNTA 25
<p>Durante los últimos 12 meses, ¿Ha participado en alguna de las siguientes actividades de desarrollo profesional?</p> <p>a) Cursos/seminarios atendidos en persona.</p> <p>b) Cursos/seminarios online.</p> <p>c) Conferencias de educación donde profesores y/o investigadores presentan su investigación o discuten asuntos de educación.</p> <p>d) Programas de educación formal (es decir, un programa conducente a título).</p> <p>e) Visitas de observación a otros colegios.</p> <p>f) Visitas de observación a organizaciones públicas, no gubernamentales o comerciales.</p> <p>g) Observación propia y/o de algún par y entrenamiento como parte de un arreglo formal en el colegio.</p> <p>h) Participación en una red de profesores formada específicamente para el desarrollo profesional de profesores.</p>	<p>Pensando en todas sus actividades profesionales durante estos últimos doce meses, ¿Alguna de ellas tuvo un impacto positivo en su práctica docente?</p>

i) Lecturas de literatura profesional.	
j) Otro.	

Preguntas de TALIS que se consideraron para el estudio. **Fuente:** Traducción propia de OCDE (OECD, 2018, p. 9)

2.1. Muestra

Para seleccionar la muestra se consideró la base de datos de TALIS. La encuesta para profesores fue aplicada a un promedio de 20 profesores por colegio, aunque en algunos casos se aplicó a menos profesores si el colegio seleccionado tenía menor cantidad de profesores. Para el muestreo se usó un diseño de conglomerados de varias etapas (OECD, 2019a). Así, la población fue estratificada por regiones y disuelta en subgrupos en diferentes niveles. Los colegios fueron seleccionados en estos niveles y la muestra de profesores fue obtenida a partir de la muestra de colegios (OECD, 2019b).

Con la base de datos de TALIS se usaron dos tipos de filtros usando el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Dado que la base de datos contiene la información de los países que aplicaron la encuesta, el primer filtro fue seleccionar las respuestas de Colombia -COL- en TALIS. La segunda fue seleccionar profesores que hubiesen indicado que enseñaban matemáticas en los cursos respectivos de aplicación de la prueba durante el año escolar en el cual se aplicó la misma. Los profesores podían seleccionar diversas materias si correspondían a las áreas que habían enseñado durante el año de aplicación. En este sentido, se consideró profesor de matemáticas a aquel profesor que enseñaba matemáticas, así esta persona también enseñara otras materias.

Aplicados estos filtros, obtuve una base de datos de 942 profesores de matemáticas colombianos. Sin embargo, 104 de ellos omitieron su respuesta o contestaron alguna pregunta previa de tal forma que fuese lógicamente imposible contestar la pregunta considerada (por ejemplo, si el (la) profesor (a) contestó "No" en todos los casos de

la pregunta 22). Así las cosas, la muestra que quedó es de 835 profesores de matemáticas colombianos que trabajan en educación secundaria. 335 de estos (as) profesores (as) son mujeres y 500 son hombres. 55.45% de estos profesores tienen alguna especialización o título de maestría, 0,48% tienen un título de doctorado y 0,6% tienen educación secundaria como nivel de educación.

3. Análisis

Los datos perdidos ya habían sido tratados en la selección de la muestra y dado que en las preguntas consideradas, las opciones de respuesta eran binarias (Sí o No), se consideró la regresión lineal logística para el análisis de los datos.

3.1. Variables

El modelo incluyó 11 variables. La variable de respuesta fue *Impacto en las prácticas docentes* (IMPACTO), obtenida a partir de la pregunta 25. Las variables independientes se obtuvieron a partir de la pregunta 22 y corresponden a los diferentes tipos de actividades de desarrollo profesional (ADP) en el que los profesores pudieron participar: *Cursos o seminarios en persona* (CURPERSON), *Cursos o seminarios online* (CURONLINE), *Conferencias de Educación* (CONFERENCIA), *Programas de Educación Formal* (FORMAL), *Observaciones a otros colegios* (OTROCOLE), *Observaciones o visitas a organizaciones no escolares* (NOESCOLAR), *Observación de sí mismo o de un par* (OBSERVACION), *Participación en una red* (RED), *Leer literatura profesional* (LEER) y *otro tipo* (OTRO).

3.2. Modelo

Dado que la variable de respuesta es binaria, se consideraron los dos valores $y = 0$ ó 1 , donde 1 corresponde a sí hubo impacto y 0 es no hubo impacto y la probabilidad de impacto se encuentra entre 0 y 1 . De manera similar, las

variables independientes fueron codificadas con 1 en el caso en que se haya participado en la respectiva ADP y 0 en el caso en que no se haya participado.

Siguiendo el modelo general del modelo logístico o modelo logit (Kleinbaum & Klein, 2010; Sheather, 2009), el modelo usado fue:

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 \text{CURPERSON} + \beta_2 \text{CURONLINE} + \beta_3 \text{CONFERENCIA} + \beta_4 \text{FORMAL} + \beta_5 \text{OTROCOLE} + \beta_6 \text{NOESCOLAR} + \beta_7 \text{OBSERVACION} + \beta_8 \text{RED} + \beta_9 \text{LEER} + \beta_{10} \text{OTRO})}} \quad (1)$$

donde β_i para $i = 0, \dots, 10$ son los valores estimados una vez se ha aplicado la máxima verosimilitud.

La razón de probabilidades (*odds ratio*) para las variables con efecto significativo, fue calculada usando los coeficientes β_i para $i = 1, \dots, 10$ como se muestra a continuación:

$$\text{Odds}(x) = e^{\beta} \quad (2)$$

4. Resultados

En esta sección se presentan los resultados a partir de la estadística descriptiva de las variables, sus correlaciones y finalmente, los resultados de la regresión logística.

4.1. Estadística Descriptiva

La estadística descriptiva de las variables se encuentra en la Tabla 2. En general, los profesores de matemáticas participan en actividades de desarrollo profesional y las mismas tienen un impacto positivo en sus prácticas pedagógicas ($M = 0.89$). La actividad más destacada es la lectura de literatura profesional. Adicionalmente, hay una participación moderada en cursos en persona y participación en conferencias de educación. Finalmente, la menor participación se presenta en las observaciones o visitas a otros colegios.

Tabla 2 Estadística descriptiva de las variables

VARIABLE	M	DS	Min	Max
IMPACTO	0.89	0.31	0.00	1.00
CURPERSON	0.60	0.49	0.00	1.00
CURONLINE	0.50	0.50	0.00	1.00
CONFERENCIA	0.59	0.49	0.00	1.00
FORMAL	0.32	0.47	0.00	1.00
OTROCOLE	0.24	0.43	0.00	1.00
NOESCOLAR	0.26	0.44	0.00	1.00
OBSERVACION	0.42	0.49	0.00	1.00
RED	0.32	0.47	0.00	1.00
LEER	0.79	0.41	0.00	1.00
OTRO	0.33	0.47	0.00	1.00

Tabla de estadística descriptiva. **Fuente:** Autora a partir de análisis realizado en SPSS.

4.2. Correlaciones

Dado que todas las variables son dicotómicas, para indagar asociaciones bivariadas entre ellas, calculé la correlación usando el coeficiente ϕ en SPSS. Como puede observarse en la Tabla 3, la participación en redes de profesores formadas

para su desarrollo profesional (RED) y la observación a otros colegios (OBSERVACION) tienen una alta correlación con el impacto positivo en la práctica docente (IMPACTO), aunque tiene mayor nivel de significancia la correlación con la participación en redes. Por el contrario, no hay correlación entre el impacto positivo en la práctica docente (IMPACTO) y las visitas de observación a organizaciones no escolares (NOESCOLAR). Adicionalmente, existe una correlación significativa baja entre la participación en cursos presenciales (CURPERSON), cursos online (CURONLINE), conferencias en educación (CONFERENCIA), la lectura de literatura profesional (LEER), la visita de observación a otros colegios (OTROCOLE) y cursos profesionales (FORMAL) con el impacto positivo en las prácticas docentes. Finalmente, los valores de correlación (Tabla 3) entre los distintos predictores permiten establecer que no hay problemas de multicolinealidad entre ellos.

Tabla 3 Correlaciones

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. IMPACTO	--										
2. CURPERSON	.11***	--									
3. CURONLINE	.18***	.20***	--								
4. CONFERENCIA	.17***	.20***	.13***	--							
5. FORMAL	.12***	.18***	.13***	.13***	--						
6. OTROCOLE	.10**	.10**	.12***	.15***	.08*	--					
7. NOESCOLAR	.41	.11***	.12***	.11**	.06	.31**	--				
8. OBSERVACION	.91**	.08*	.04	.14***	.07*	.15**	.22***	--			
9. RED	.91***	.14***	.15***	.16***	.01**	.10**	.21***	.30***	--		
10. LEER	.13**	.03	.11**	.18***	.04	.11**	.08*	.14***	.16***	--	
11. OTRO	.08*	.12***	.15***	.11**	.10**	.21**	.16***	.16***	.18***	.23***	--

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p \leq 0.001$.

4.3. Regresión Logística

Transferí al programa *R-studio* la base de datos filtrada en SPSS para conducir la regresión logística. Usando el criterio de información de Akaike (Akaike's information criterion -AIC-) como medida de calidad para seleccionar el mejor modelo, conduje diez modelos para

establecer el modelo con mejor bondad de ajuste (goodness of fit). El modelo final excluye las variables CURPERSON, NOESCOLAR, OBSERVACION y RED (AIC = 502.73) y se reporta en la Tabla 4.

Tabla 4 Regresión logística

Predictor	β	se	Wald's	df	Odds
Intercepto	0.6458**	0.2302	2.805	825	NA
CURONLINE	1.0249***	0.2620	3.912	825	2.787
CONFERENCIA	0.8741***	0.2471	3.537	825	2.397
FORMAL	0.6465*	0.3042	2.125	825	1.909
OTROCOLE	0.5230	0.3462	1.511	825	1.6871
LEER	0.6308*	0.2585	2.441	825	1.8791
OTRO	0.1593	0.3040	0.524	825	1.1727

*p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001.

Nota. R2 de Cox y Snel = .078. R2 de Nagelkerke = .16

La última columna de la tabla anterior (*Odds*) fue añadida para presentar la razón de probabilidades por cada variable del modelo. Sin embargo, no forma parte de los resultados presentados por R; cada razón fue calculada usando la ecuación 2.

Con base en estos resultados, la mayor probabilidad de impacto se identifica en la participación de cursos o seminarios online, seguido de las participaciones en conferencias y la participación en programas de educación formal y la lectura de literatura profesional. Específicamente, la posibilidad de impactar positivamente la práctica docente del profesor de matemáticas va a ser casi tres veces más alta si el profesor atiende seminarios o cursos online. Respecto a los otros tipos de ADP, la participación en conferencias de educación donde profesores y/o investigadores presentan su investigación o discuten cuestiones de educación va a tener aproximadamente 2.4 veces mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes en matemáticas, mientras que la participación en programas de educación formal tendrá 1.9 veces mayor posibilidad de impacto y la lectura de literatura profesional tendrá una posibilidad similar (1.88).

Las razones de probabilidades de impacto junto con las correlaciones entre las variables independientes y la dependiente respectivamente, permiten establecer conclusiones respecto a las ADP y las prácticas docentes, así como plantear algunas discusiones y posibles estudios futuros.

5. Conclusiones y Discusión

Usando las respuestas de 835 profesores de matemáticas de secundaria de la Encuesta Internacional de Enseñanza y Aprendizaje - TALIS- y la regresión logística como método de análisis, identifiqué qué tanto ciertos tipos de actividades de desarrollo profesional (ADP) impactan positivamente la práctica docente de profesores de matemáticas en ejercicio en Colombia. Específicamente, encontré que el mejor modelo para identificar dicho impacto incluye la participación en las siguientes ADP: seminarios o cursos online, conferencias educativas, programas de cualificación formal, visitas de observación a otros colegios, lectura de literatura profesional y otro tipo no especificado de ADP.

En general, la muestra estudiada tiene un alto porcentaje de participación en ADP y estas actividades tienen un impacto positivo en las prácticas docentes de estos profesores. Este resultado confirma la importancia de la formación continuada de profesores de matemáticas, no sólo desde la educación formal y la generación de programas conducentes a título, sino también desde el diseño y la generación de actividades a corto o mediano plazo, no conducentes a título. En este punto es importante señalar que en el marco de las ADP no conducentes a título, de acuerdo con las características de eficiencia identificadas desde la literatura (Darling-Hammond et al., 2017; Desimone, 2009; Desimone et al., 2002; Opfer & Pedder, 2011), se recomiendan ADP que tengan una duración de varios años y un acompañamiento continuo a los profesores si el impacto que se desea en la práctica corresponde a cambios sostenidos a largo plazo.

La participación en cursos o seminarios virtuales, en conferencias educativas, en programas de educación formal y en lecturas de literatura profesional son las ADP que tienen mayores posibilidades de impactar positivamente las prácticas docentes de matemáticas en secundaria. Por otro lado, las visitas de

observación a organizaciones públicas, no gubernamentales o comerciales no tienen correlación con el impacto positivo en las prácticas docentes. De hecho, este tipo de ADP tiene una presencia baja en los docentes de matemáticas de educación secundaria en Colombia.

En contraste, la lectura de literatura profesional tiene mayor presencia como ADP en la muestra y 1.9 veces mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes. Un estudio cualitativo en el que se identifique el contexto en el que se da este tipo de ADP y las especificidades de cómo la misma se desarrolla, permitirá develar por qué se da este aumento de posibilidades más que otros tipos de ADP.

Con una presencia promedio, la participación de profesores en cursos o seminarios virtuales tiene la mayor posibilidad de impactar positivamente las prácticas docentes de matemáticas. Este hallazgo representa una oportunidad para aquellos educadores de profesores que deseen impactar las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio. Si bien es cierto que en Colombia se tienen problemas de conectividad en varias regiones (Cervera Quintero, 2021; Orozco Tascón, 2021) y la formación online es difícil, también lo es que con la pandemia se ampliaron las áreas de cobertura para conexión a la Ethernet en diversas regiones del país (Cervera Quintero, 2021) incluso la proyección es aún mayor si se entiende que la conectividad digital se requiere para tener mayor equidad a nivel nacional (Restrepo Tamayo & Gómez Agudelo, 2020). Particularmente, de las diversas experiencias que trajo consigo el COVID-19, se produjo un mayor acercamiento de la población hacia la comunicación virtual y la posibilidad de diseñar ambientes de aprendizaje en entornos virtuales. Así, una de las apuestas para formadores de profesores de matemáticas en ejercicio, para tener mayores posibilidades de impactar las prácticas docentes, es la creación de cursos o seminarios online.

Uno de los tipos de ADP más común es la participación en conferencias o eventos de educación. En la muestra estudiada, hay una participación moderada alta en este tipo de ADP. Aunque en menor proporción que la participación en cursos o seminarios online, este tipo de ADP también tiene mayores posibilidades de impactar positivamente la práctica docente. Con esto, se puede afirmar que los eventos académicos no sólo han ayudado a consolidar la comunidad de Educación Matemática en Colombia (Gómez Mulett, 2018; Guacaneme et al., 2013) sino que también han tenido una incidencia positiva en las prácticas docentes de matemáticas en secundaria. En este sentido, se insta a preservar y fortificar este tipo de eventos en educación matemática en Colombia, pues constituyen una fuente de impacto positivo en las prácticas docentes de enseñanza de las matemáticas en secundaria.

Como era de esperarse, la participación en programas de educación formal también tiene mayores posibilidades de impactar positivamente las prácticas docentes de profesores de matemáticas en ejercicio. Este resultado confirma la importancia de la formación posgradual en la mejora de las prácticas docentes de matemáticas y deja abierta la necesidad de estudiar más profundamente cómo se genera dicho impacto. Diversos estudios se han enfocado en los programas de formación de profesores de matemáticas a nivel de pregrado en Colombia, especificando cómo elementos puntuales de la formación demarcan las prácticas de enseñanza de los estudiantes para profesor (Gil Chaves, 2016, 2019; Lurduy-Ortegón, 2013, 2014). Dado que la formación posgradual formal tiene posibilidad de impacto en las prácticas docentes de matemáticas, valdría la pena develar, similar a como se ha hecho con los programas de pregrado, qué elementos específicos de los programas de formación posgradual permean la práctica docente de profesores de matemáticas en ejercicio.

La participación en redes de profesores formadas específicamente para su desarrollo profesional tiene una alta correlación con el impacto positivo de las actividades de desarrollo profesional en la práctica docente de profesores de matemáticas. En general, la interacción entre profesores es un predictor de cambio positivo en la práctica docente (Sánchez Robayo, 2023). En el caso específico de profesores de matemáticas, dinámicas de interacción como el trabajo colaborativo también son fundamentales para los procesos de reflexión sistemática y mejora de la práctica docente a través de la investigación de la propia práctica (Sánchez Robayo et al., 2015; Sánchez Robayo & Torres Duarte, 2017). De hecho, las relaciones entre colegas son un apoyo para enfrentar situaciones complejas que pueden producir emociones negativas en los profesores (Datnow, 2018; Nguyen & Ng, 2020; Vangrieken et al., 2015). Más allá de confirmar la interacción de profesores como una característica de efectividad en los programas de desarrollo profesional (Boström & Palm, 2020; Darling-Hammond et al., 2017), esta correlación sugiere que dichas interacciones se consoliden a partir de relaciones conformadas con intenciones específicas en directa coherencia con los propósitos del programa de desarrollo profesional. En este sentido, las ADP deben considerar la conformación de redes de profesores creadas con intenciones específicas en el marco de la configuración de las actividades.

Los resultados de esta investigación deben entenderse a la luz de ciertas limitaciones. Una de ellas se relaciona con la naturaleza del instrumento con el que se tomó la información. TALIS es un autoinforme que podría estar sesgado pues quienes contestan podrían contestar de acuerdo a sus ideales o a lo que consideren, se desee como respuesta, más que a la realidad. Otra limitación se relaciona con el grado de complejidad de la práctica docente. Si bien es cierto que este estudio permite identificar tendencias respecto a ADP que impactan la práctica docente en matemáticas en Colombia, se requerirían estudios cualitativos que propendan

por identificar cómo se da dicho impacto o incluso como son algunas de las relaciones identificadas en el presente estudio. Por ejemplo, la observación de sí mismo o de un colega como parte de un acuerdo formal del colegio tiene una alta correlación con el impacto de las ADP en las prácticas docentes, pero no es un posible predictor en el modelo. Si bien la observación de sí mismo es parte fundamental de la reflexión e incluso de la investigación acción como medio de incidir autónomamente en la propia práctica docente, quizás esta observación o la de otros establecida como acuerdo institucional no va a tener mayores posibilidades de impactar la práctica docente al intermediar cierto carácter de obligatoriedad o autoridad. No obstante, un estudio cualitativo permitiría develar qué tipo de efectos genera la intervención institucional en la incidencia de ADP en la práctica docente.

A pesar de las limitaciones, este estudio aporta elementos para entender un campo importante de la educación matemática, la formación profesional de profesores en ejercicio. La formación docente es fundamental en los sistemas educativos y debe ser considerada en cualquier intento de reforma que propenda por la mejora de la calidad de la educación (Bryk et al., 2015; García Jaramillo et al., 2014; MEN, 2022; Trujillo Losada et al., 2023). Previos informes de formación continuada plantearon la necesidad de un sistema nacional de formación de profesores en Colombia (Guacaneme et al., 2013). En este camino, este artículo proporciona elementos asociados a uno de los factores de la formación continuada: las actividades de desarrollo profesional de profesores de matemáticas en ejercicio. No obstante, el desarrollo profesional forma parte de las oportunidades de aprendizaje que conducen a cambios positivos en las prácticas docentes de secundaria (Sánchez Robayo, 2023). Las ADP aquí estudiadas junto con su nivel de impacto en las prácticas docentes proporcionan algunos elementos que han de ser considerados al estructurar mecanismos de formación continuada de profesores de matemáticas en ejercicio.

6. Referencias

- Ball, D. L., & Bass, H. (2002). Toward a practice based theory of mathematical knowledge for teaching. In E. Simmt & B. Davis (Eds.), *2002 Annual Meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group* (pp. 3–14).
- Ball, D. L., & Cohen, D. K. (1999). Developing practice, developing practitioners: toward a practice-based theory of professional education. In G. Sykes & L. Darling-Hammond (Eds.), *Teaching as the Learning Profession: Handbook of policy and practice* (pp. 3–32). Jossey Bass.
- Ball, D. L., & Forzani, F. M. (2010). Teaching skillful teaching. *Educational Leadership*, 68(4), 40–45.
- Bellibaş, M. Ş., Gümüş, S., & Liu, Y. (2020). Does school leadership matter for teachers' classroom practice? The influence of instructional leadership and distributed leadership on instructional quality. *School Effectiveness and School Improvement*, 0(0), 1–26. <https://doi.org/10.1080/09243453.2020.1858119>
- Boesen, J., Helenius, O., Bergqvist, E., Bergqvist, T., Lithner, J., Palm, T., & Palmberg, B. (2014). Developing mathematical competence: From the intended to the enacted curriculum. *Journal of Mathematical Behavior*, 33(1), 72–87. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.10.001>
- Boström, E., & Palm, T. (2020). Expectancy-value theory as an explanatory theory for the effect of professional development programmes in formative assessment on teacher practice. *Teacher Development*, 24(4), 539–558. <https://doi.org/10.1080/13664530.2020.1782975>
- Bryk, A. S., Gomez, L. M., Grunow, A., & LeMabieu, P. G. (2015). *Learning to improve. How America's schools can get better at getting better*. Harvard Education Press.
- Cervera Quintero, J. P. (2021). Conectividad de Internet en Colombia y su relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015–2020). *Ciencia y Poder Aéreo*, 16(1), 39–54. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaero.705>
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development* (Issue June). Learning Policy Institute. <https://learningpolicyinstitute.org/product/teacher-prof-dev.%0Athis>
- Datnow, A. (2018). Time for change? The emotions of teacher collaboration and reform. *Journal of Professional Capital and Community*, 3(3), 157–172. <https://doi.org/10.1108/JPC-12-2017-0028>
- Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>
- Desimone, L. M., Porter, A. C., Garet, M. S., Yoon, K. S., & Birman, B. F. (2002). Effects of professional development on teachers' instruction: Results from a three-year longitudinal study. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 24(2), 81–112. <https://doi.org/10.3102/01623737024002081>
- Dogan, S., & Adams, A. (2020). Augmenting the effect of professional development on effective instruction through professional communities. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 26(3–4), 326–349. <https://doi.org/10.1080/13540602.2020.1832064>
- García Jaramillo, S., Maldonado Carrizosa, D., Perry Rubio, G., Rodríguez Orgales, C., & Saavedra Calvo, J. E. (2014). *Tras la excelencia docente*. <https://www.fundacioncompartir.org/pdf/Tras%20la%20excelencia%20docente%20-%20estudio%20final.pdf>
- Gil Chaves, D. (2016). Una mirada sistémica de los programas de formación de profesores de matemáticas. *Revista Horizontes Pedagógicos*, 18(1), 110–125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5676754>
- Gil Chaves, D. (2019). Una propuesta para estudiar la complejidad de los programas

- de formación de profesores de matemáticas. *Revista Científica*, 34(1), 7–19.
<https://doi.org/10.14483/23448350.13552>
- Gómez Mulett, A. S. (2018). La educación matemática en Colombia: origen, avance y despegue. *Fides Et Ratio*, 16, 123–145.
http://www.scielo.org/bo/pdf/rfer/v16n16/v16n16_a08.pdf
- Guacaneme, E. A., Obando, G., Garzón-Alvarado, D., & Villa-Ochoa, J. A. (2013). Informe sobre la formación inicial y continua de profesores de matemáticas: El caso de Colombia. *Cuadernos de Investigación y Formación En Educación Matemática*, 11–49.
<https://www.researchgate.net/publication/258515681%0AInforme>
- Guacaneme-Suárez, E. A., Obando-Zapata, G., Garzón, D., & Villa-Ochoa, J. A. (2017). Colombia: Mathematics education and the preparation of teachers. Consolidating a professional and scientific field. In A. Ruiz (Ed.), *Mathematics Teacher Preparation in Central America and the Caribbean. The Cases of Colombia, Costa Rica, the Dominican Republic and Venezuela* (pp. 19–37). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-44177-1_2
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 8(3), 381–391.
<https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Kleinbaum, D. G., & Klein, M. (2010). Introduction to logistic regression. In *Logistic Regression. A Self-Learning Text* (Third, pp. 1–39). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1742-3_1
- Korthagen, F. (2017). Inconvenient truths about teacher learning: towards professional development 3.0. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 23(4), 387–405.
<https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1211523>
- Lurduy-Ortegón, J. O. (2013). Formación de profesores de matemáticas para la infancia y la juventud. *Infancias e Imágenes*, 12(2), 60–72.
- Lurduy-Ortegón, J. O. (2014). Prácticas didáctico-matemáticas en Educación Matemática. Desarrollo de las prácticas docentes en LEBEM. *Revista Científica*, 3(20), 188–206.
- MEN. (2022). *La formación docente en Colombia*.
https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_18.pdf
- Nguyen, D., & Ng, D. (2020). Teacher collaboration for change: sharing, improving, and spreading. *Professional Development in Education*, 46(4), 1–14.
<https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1787206>
- OECD. (2018). *OECD Teaching and Learning International Survey (TALIS) Teacher Questionnaire* (pp. 1–30). OECD.
- OECD. (2019a). *TALIS 2018 and TALIS Starting Strong 2018 User Guide*.
<http://www.oecd.org/education/school/oecd-starting-strong-teaching-and-learning-international-survey.htm>
- OECD. (2019b). TALIS 2018 Technical Report. In *OECD Publishing*.
<http://www.oecd.org/education/talis/>
- Opfer, V. D., & Pedder, D. (2011). Conceptualizing teacher professional learning. *Review of Educational Research*, 81(3), 376–407.
<https://doi.org/10.3102/0034654311413609>
- Orozco Tascón, C. (2021, September 4). Falta de acceso a internet, una trampa de desigualdad [The lack of internet access, an inequality trap]. *El Espectador*.
- Osman, D. J., & Warner, J. R. (2020). Measuring teacher motivation: The missing link between professional development and practice. *Teaching and Teacher Education*, 92, 103064.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103064>
- Parise, L. M., & Spillane, J. P. (2010). Teacher learning and instructional change: How formal and on-the-job learning opportunities predict change in elementary school teachers' practice. *Elementary School Journal*, 110(3), 323–346.
<https://doi.org/10.1086/648981>

- Restrepo Tamayo, J. F., & Gómez Agudelo, D. S. (2020). La conectividad digital como derecho fundamental en Colombia. *The Law, State and Telecommunications Review*, 12(1), 113–136. <https://doi.org/10.26512/lstr.v12i1.31161>
- Sánchez Robayo, B. J. (2023). *Predictors of Positive Change in Teaching Practices: A Quantitative Study* [Dissertation]. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Sánchez Robayo, B. J., Fonseca González, J., Torres Duarte, J., & Rodríguez Bejarano, J. (2015). Necesidades de formación en investigación de profesores en ejercicio. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 8(1), 121–140. <http://revistas.usta.edu.co/index.php/riiep/article/view/2863/2742%0A>
- Sánchez Robayo, B. J., & Torres Duarte, J. (2017). Aprender a investigar investigando . Realización de una propuesta de formación [Learning to research by researching. An educative proposal achieved]. *Revista Científica*, 28, 17–32. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a2>
- Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky's sociocultural approach for teachers' professional development. *Cogent Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1252177>
- Sheather, S. J. (2009). *A modern approach to regression with R*. Springer. www.springer.com/series/417
- Silver, E. A. (2009). Toward a More Complete Understanding of Practice-Based Professional Development for Mathematics Teachers. In *New ICMI Study Series* (Vol. 11, pp. 245–247). Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8_25
- Tirosh, D., & Graeber, A. O. (2003). Challenging and changing mathematics teaching classroom practices. In A. J. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & F. K. S. Leung (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education* (pp. 643–687). https://doi.org/10.1007/978-94-010-0273-8_22
- Trujillo Losada, M. F., García Sánchez, D., & Franco, J. (2023). Formación docente y Calidad de la educación. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 16(1), 99–128. <https://doi.org/10.15332/25005421.aaaa>
- Vangrieken, K., Dochy, F., Raes, E., & Kyndt, E. (2015). Teacher collaboration: A systematic review. *Educational Research Review*, 15, 17–40. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.04.002>
- Walter, E. M., Beach, A. L., Henderson, C., Williams, C. R., & Ceballos-Madriral, I. (2021). Understanding conditions for teaching innovation in postsecondary education: development and validation of the survey of climate for instructional improvement (SCII). *International Journal of Technology in Education*, 4(2), 166–199. <https://doi.org/10.46328/ijte.46>

