

CALIDAD DEL PROFESORADO, CALIDAD DE LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE: RESULTADOS A PARTIR DEL TEDS-M

José G. Montalvo (Universitat Pompeu Fabra)

Stefan Gorgels (New York University)

1. INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los continuos esfuerzos realizados para mejorar la calidad de los sistemas nacionales de educación, el profesorado ha sido objeto de escrutinio y discusión a nivel internacional durante las últimas décadas. Existe una opinión generalizada acerca de la importancia de la calidad de los profesores en la efectividad del proceso educativo de los estudiantes. Chetty et al. (2011) analizan una base de datos que contiene información sobre los estudiantes que participaron en el experimento STAR (*Student-Teacher Achievement Ratio*) con datos administrativos provenientes de la administración tributaria de Estados Unidos, sobre los resultados laborales de los mismos individuos una vez accedieron al mercado laboral. Estos autores muestran que la asignación a una clase pequeña en el experimento no tiene un efecto significativo a la edad de 27 años sobre el salario diferencial de estos individuos frente a los individuos que asistieron a clases de tamaño regular en la guardería y la primaria. También muestran que el efecto de los compañeros de clase tampoco es significativo estadísticamente. Sin embargo, Chetty et al. (2011) muestran que los estudiantes asignados a un profesor con más de 10 años de experiencia, variable que utilizan para medir la calidad de la enseñanza, ganan 1093 dólares más a los 27 años que los que fueron asignados al grupo de control. Esta cantidad representa un 6,9% de la renta media. Estos autores predicen que una mejora de la calidad en una desviación estándar en un año generaría

ganancias de renta entre 107000 y 214000 dólares para una clase de 20 estudiantes¹. Esta investigación coincide en sus resultados cualitativos con la mayoría de la investigación reciente en economía de la educación: solo la calidad/motivación de los profesores importa a la hora de explicar el nivel de aprendizaje de los alumnos. Hay más controversia sobre cómo medir la calidad de un profesor. También son controvertidos los procedimientos para mejorar la calidad del profesorado: mayores salarios, más incentivos (por ejemplo salarios variables en función de los resultados de los estudiantes en pruebas estandarizadas, etc.), procedimientos de acreditación más exigentes, o más especialización en la educación de los profesores de primaria y secundaria son solo algunas de las políticas que se han propuesto para mejorar la calidad del profesorado.

Es por ello que los programas educativos para el profesorado juegan un papel central en el sistema educativo nacional en su conjunto. Sin embargo, y a pesar de que la investigación académica sobre la calidad del profesor ha tenido mucha influencia en el desarrollo de los debates sobre reforma del sistema educativo del profesorado, siguen existiendo grandes diferencias en los programas docentes entre países e incluso entre distintas instituciones dentro de un mismo país.

Los estudios sobre la calidad del profesor comienzan a partir de la línea de investigación sobre la función de producción educativa. En este campo, la literatura pretendía examinar los resultados de los alumnos en términos de los recursos o factores educativos de producción disponibles para profesores, alumnos, escuelas y otras instituciones. Muchas de estas publicaciones se centraron en la calidad del profesor como determinante del rendimiento del estudiante. Desde el Informe Coleman, *Igualdad de oportunidades educativas* (1966), los investigadores han medido la calidad del profesorado en términos de exámenes sobre conocimientos generales o con la puntuación obtenida en los exámenes para obtener el certificado de aptitud pedagógica. Este Informe concluye que hay una relación positiva entre el conocimiento del estudiante en materia de lectura y matemáticas y el resultado del profesorado en las pruebas de "habilidad verbal". Por el contrario, Summers y Wolfe (1977) encontraron que los estudiantes aprendían menos cuanto mayor era la puntuación en los Exámenes Nacionales del Profesor (*National Teacher Examinations*, NTE). Ferguson (1991, 1998) demostró que los alumnos de aquellos profesores que obtuvieron mejores resultados en el Test para la Comprensión Auditiva del Lenguaje (TECAL), que mide las competencias lingüísticas y el conocimiento profesional del profesor, obtuvieron también mejores resultados en los exámenes de lectura.

En la década de los 90, la investigación se centró en medidas de conocimiento del profesor más específicas. Muchos estudios relacionaron el conocimiento matemático del profesor con la puntuación de los estudiantes en exámenes de matemáticas. Como el de

¹ Estos resultados son consistentes con los de Chetty, Friedman, and Rocko (2011)

Harbison & Hanushek (1992) que, con datos obtenidos de pruebas de matemáticas a estudiantes de cuarto grado en Brasil, que fueron también suministrados a sus profesores, encontraron que ambos resultados estaban positivamente relacionados. De igual manera, Mullens et al. (1996) identificaron un efecto positivo de la evaluación de los profesores en un examen de finalización de la escuela primaria en Belice. Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados en el sentido de que las relaciones input-output tienden a ser más fuertes en países en desarrollo, como Brasil y Belice, que en países desarrollados. Es más, estos estudios no logran identificar el efecto casual de la calidad del profesor sobre el resultado del alumno ya que existen problemas de características no observables del profesor y del alumno y problemas de selección no aleatoria de clases que pueden sesgar las estimaciones.

Rockoff (2004) es precursor en el uso de datos de panel estadounidenses para estimar efectos fijos del profesor, controlando por características de los estudiantes y efectos fijos del aula. Muestra que un incremento de un punto en la desviación estándar de la calidad del profesor aumenta la puntuación obtenida de los estudiantes en un examen nacional de matemáticas en 0.24 puntos. Con objetivos comparativos podemos señalar que este efecto es similar al encontrado en el experimento aleatorizado STAR como diferencia entre el efecto de estar en una clase pequeña (13-17 estudiantes) frente a una clase grande (22-25 estudiantes)². Rivkin, Hanushek y Kain (2005) estiman, analizando los datos de panel de *Texas School Project* de la Universidad de Texas en Dallas, que un incremento de una desviación estándar en la calidad del profesor tiene como límite inferior un aumento de 0.11 en la puntuación del alumno en un examen. Metzler y Woessman (2010) usan un único conjunto de datos de resultados de lectura y matemáticas de profesores y estudiantes de 6º grado de Perú, que les permite controlar por efectos fijos de estudiantes, profesores y asignatura. Los autores encuentran que un incremento de una desviación estándar en el conocimiento del profesor sobre la materia aumenta el resultado del alumno en un 10%. Por tanto, se puede decir que hay un amplio consenso entre diversos estudios de que, usando una medida más directa y específica de la preparación matemática del profesor, el conocimiento de éste tiene un impacto positivo en el resultado del estudiante en matemáticas (Harbison & Hanushek, 1992; Mullens et al., 1996; Rowan et al., 1997; Tatto et al., 1993, Wayne & Youngs, 2003; Rockoff, 2005; Rivkin, Hanushek and Kain (2005); Hill, Sleep et al, 2007, Metzler & Woessman, 2010). Inspirado en estos resultados, este estudio tiene como objetivo investigar qué factores determinan el conocimiento específico de la asignatura en futuros profesores de matemáticas.

La literatura existente sólo se centra en medidas aproximadas de calidad del profesorado. Se ha investigado si algunas variables aproximadas a la calidad del profesor, como la puntuación en pruebas, podrían afectar al resultado del estudiante pero, sorprendentemente, se ha ignorado la cuestión de cuál es el factor determinante de la

² Krueger (1999)

variación en la puntuación del profesor y, en consecuencia, de la calidad del mismo. Este estudio es el primero en analizar los factores últimos que determinan el conocimiento de una materia del profesor. Se han usado datos del Estudio Internacional sobre la Formación Inicial del Profesorado de Matemáticas (TEDS-M) de la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo). El TEDS-M es el primer estudio que permite comparaciones internacionales del conocimiento adquirido por los profesores de matemáticas durante su proceso de formación. Encontramos que el conocimiento matemático de los futuros profesores está positivamente relacionado con los cursos de matemáticas recibidos durante su programa de educación. Además, la creencia sobre la naturaleza de las matemáticas y su motivación para ser profesor tienen un impacto significativo. También encontramos que los hombres tienen una puntuación superior a las mujeres, así como aquellos que obtuvieron una media superior en el instituto.

El resto del artículo se estructura de la siguiente manera. La sección 2 describe la base de datos, explica la estructura de la encuesta subyacente y discute la metodología. La tercera sección presenta los resultados del análisis de regresión. La sección 4 analiza los resultados específicos del caso español. El apartado 5 muestra la relación entre la calidad de los profesores, medida según los parámetros específicos estimados con anterioridad, y los resultados de los alumnos así como una primera aproximación a su conexión con la producción económica. La sección 6 concluye con algunos comentarios finales e implicaciones políticas.

2. DATOS Y METODOLOGÍA

El conjunto de datos está basado en una encuesta administrada bajo el ámbito del Estudio Internacional sobre la Formación Inicial del Profesorado de Matemáticas (TEDS-M), conducido por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA). La encuesta se llevó a cabo en 17 países y tiene como población los futuros profesores de enseñanza primaria y secundaria en su último año de estudios antes de ser aptos para trabajar como tal. La muestra de los futuros profesores se produce en la segunda fase del proceso de selección muestral. En un primer paso, se realizó un muestreo probabilístico nacional sobre las instituciones de preparación al profesorado que ofrecen educación a la población objetivo de futuros profesores de matemáticas en los itinerarios de interés. Una vez que la institución es seleccionada, se incluyeron en la encuesta todos los programas asociados con esos itinerarios. Tal como se muestra en la Tabla 1, la muestra poblacional está formada por 22404 futuros profesores, de los cuales 17167 son mujeres y 4566 son hombres, 14541 impartirán clase en primaria y 7953 en secundaria.

Tabla 1- Tamaño y composición de la muestra (Número de observaciones)

	Profesores de Enseñanza Primaria	Profesores de Enseñanza Secundaria	Total
Género:			
Hombre	2048	2518	4566
Mujer	11977	5190	17167
País:			
Botsuana	86	393	479
Canadá	580	53	633
Chile	657	141	798
Georgia	506	771	1277
Alemania	1032	746	1778
Malasia	576	78	654
Noruega	551	389	940
Omán	-	268	268
Filipinas	592	572	1164
Polonia	2112	733	2845
Rusia	2266	298	2564
Singapur	380	2141	2521
España	1093	-	1093
Suiza	936	382	1318
Taiwán	923	365	1288
Tailandia	660	16	676
EE.UU.	1501	607	2108
Total	14451	7953	22404

Este estudio investiga cuáles son los factores que determinan el conocimiento específico en su área de los futuros profesores de matemáticas. Medir el conocimiento del profesor es una tarea compleja y existe poco consenso sobre la manera en que se debería realizar (Ball, Lubienski, & Mewborn, 2001). El estudio TEDS-M evalúa el conocimiento matemático a través de un test comprendido por 74 (76) cuestiones realizado a profesores de educación primaria (secundaria), cuestiones que son distintas para los profesores de enseñanza primaria y para los de secundaria. No obstante, ambos resultados están calculados como puntuación de la Teoría de Respuesta al Ítem (*Item Response Theory, IRT*), con una media de 500 y desviación estándar de 100 para países con el mismo peso. La Tabla 2 resume la puntuación de los test de profesores de enseñanza primaria y secundaria por países. Existe una variación considerable en los resultados medios.

Tabla 2- Resumen de los resultados en conocimiento matemático

Profesores de Enseñanza Primaria				Profesores de Enseñanza Secundaria		
País	Tipo de programa	Datos válidos	Media (SE)	Tipo de programa	Datos válidos	Media (SE)
Alemania	Grupo 1	907	500,7 (2,9)	Grupo 5	408	483,4 (4,9)
Alemania	Grupo 4	97	555,2 (7,5)	Grupo 6	363	584,6 (4,4)
Botsuana	Grupo 3	86	441,2 (5,9)	Grupo 5	34	435,6 (7,3)
Botsuana				Grupo 6	19	448,6 (7,5)
Chile	Grupo 3	654	413 (2,1)	Grupo 5	746	354,2 (2,5)
China-Taipéi	Grupo 2	923	623,2 (4,2)	Grupo 6	365	667,3 (3,9)
EE.UU.	Grupo 2	951	517,5 (4,5)	Grupo 5	169	467,7 (3,7)
EE.UU.				Grupo 6	438	552,9 (5,1)
España	Grupo 2	1093	481,3 (2,6)			
Filipinas	Grupo 2	592	439,6 (7,6)	Grupo 5	733	441,5 (4,6)
Georgia	Grupo 1	506	344,7 (3,9)	Grupo 6	78	424,5 (8,9)
Malasia	Grupo 4	574	488,4 (1,8)	Grupo 6	389	493,4 (2,4)
Noruega (ALU +)	Grupo 3	159	552,8 (4,3)	Grupo 5	151	461,2 (4,9)
Noruega (ALU)	Grupo 3	392	508,7 (3,1)	Grupo 5	356	435,3 (3,3)
Noruega (PPU & Masters)				Grupo 6	65	502,8 (7,6)
Omán				Grupo 6	268	472,0 (2,4)
Polonia	Grupo 1	1799	456,2 (2,3)	Grupo 5	158	528,8 (4,2)
Polonia	Grupo 4	300	614,2 (4,8)	Grupo 6	140	548,8 (4,4)
Rusia	Grupo 1	2260	535,5 (9,9)	Grupo 6	2141	593,5 (12,8)
Singapur (Grupo 2)	Grupo 2	262	586,3 (3,7)	Grupo 5	142	544,4 (3,7)
Singapur (Grupo 2)	Grupo 4	117	599,6 (7,8)	Grupo 6	251	586,9 (3,8)
Suiza	Grupo 1	121	512,2 (6,4)	Grupo 5	141	531,1 (3,7)
Suiza	Grupo 2	815	547,9 (1,9)			
Tailandia	Grupo 4	660	528,1 (2,3)	Grupo 6	652	479,0 (1,6)

En el siguiente análisis de regresión se pretende relacionar los resultados del test con la motivación del futuro profesor para trabajar como tal, sus creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas y los cursos a los que asistió durante su programa de formación. En el análisis también se controla por características personales y demográficas como el género, la edad, el rendimiento durante el instituto y la educación de los padres. La Tabla 3 resume los antecedentes educativos de los futuros profesores y de sus padres. Se observa que la mayoría de los futuros profesores obtuvieron mejores calificaciones durante el instituto que la media de su curso. Además, la distribución de los niveles educativos es similar tanto para los padres como para las madres.

Tabla 3- Antecedentes Educativos

	Profesores de Enseñanza Primaria % de la muestra	Profesores de Enseñanza Secundaria % de la muestra	Total % de la muestra
Calificación en el Instituto			
Entre los primeros de la clase	8.48	19.28	12.33
Cercano a los primeros	26.75	36.9	30.37
Por encima de la media	32.49	27.45	30.69
Media	29.4	15.19	24.33
Por debajo de la media	2.88	1.18	2.28
	100	100	100
Educación del Padre			
Ed. Primaria	10.27	8.89	9.78
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	9.33	8.97	9.2
Ed. Secundaria Superior	28.72	20.79	25.9
Ed. Post-secundaria, no terciaria (bachiller,BUP,COU..)	10.76	12.82	11.49
Enseñanza Práctica	16.12	18.94	17.13
Primera Licenciatura,Diplomatura	10.79	11	10.87
Más de una Lic. o Dip	10.95	14.56	12.23
No sabe	3.06	4.04	3.41
	100	100	100
Educación de la Madre			
Ed. Primaria	12.63	10.78	11.97
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	10.49	9.37	10.09
Ed. Secundaria Superior	28.65	21.38	26.06
Ed. Post-secundaria, no terciaria (bachiller,BUP,COU..)	10.86	12.7	11.51
Enseñanza Práctica	14.92	18.35	16.14
Primera Licenciatura,Diplomatura	10.6	9.93	10.36
Más de una Lic. o Dip	10.23	15.05	11.95
No sabe	1.61	2.44	1.9
	100	100	100

La motivación del profesor se mide por un conjunto de variables dicotómicas que capturan la valoración de hasta qué punto determinadas razones le han motivado convertirse en profesor. Se incluye una variable por cada motivo que toma el valor 1 si ese es elegido como razón principal. Entre las opciones disponibles, existen razones que se podrían considerar extrínsecas, como el salario, la seguridad en puesto de trabajo y la facilidad para encontrar trabajo, e intrínsecas, tales como el gusto por las matemáticas o el reto que supone trabajar como profesor³.

³ El Apéndice A contiene los detalles sobre las preguntas y respuestas de la encuesta así como sobre la construcción de las variables.

Las creencias de los futuros profesores sobre la naturaleza de las matemáticas quedan capturadas por dos indicadores. En primer lugar, el indicador “Conjunto de Reglas y Procedimientos” señala hasta qué punto los futuros profesores perciben esta materia como un conjunto fijo de reglas y fórmulas que deben ser aplicadas de una manera concreta para resolver problemas matemáticos. En segundo lugar, el indicador “Método de Investigación” capta hasta qué punto el profesor considera las matemáticas como un proceso general de indagación y estudio que requiere creatividad y que debe ser aplicado en diferentes contextos. Esta variable se calcula en una escala de puntuación siguiendo el modelo de Rasch donde el valor 10 se corresponde con una situación neutral. La posición del profesor en la escala de Rasch viene determinada por sus respuestas a diferentes elementos. Por ejemplo, una cuestión típica para el indicador “Reglas y Procedimientos” pregunta al profesor si está de acuerdo con la frase “Las matemáticas son un conjunto de reglas y procedimientos que indican cómo resolver un problema”. El apéndice A detalla todas las preguntas y sus opciones de respuesta.

La preparación de los futuros profesores se mide por el número de cursos de matemáticas a los que han asistido durante su programa de formación. En función de la diferenciación según los niveles de los cursos de matemáticas (cursos a nivel de escuela y los de nivel superior), se construyen dos indicadores que cuentan el número de cursos estudiados de una lista de ellos⁴. Además, se construyen indicadores en función del campo de estudio, como geometría, estructuras discretas y lógica, continuidad y funciones y probabilidad y estadística.

En la especificación principal, los resultados de los test de los futuros profesores se regresan sobre un conjunto de variables de control (variables dicotómicas de sexo, país, educación de la madre, educación del padre y evaluación relativa en el instituto) y sobre variables de interés (dos indicadores sobre la creencia de la naturaleza de las matemáticas, un conjunto de variables dicotómicas sobre la motivación para trabajar como profesor y dos indicadores de la preparación en cursos de matemáticas a nivel de escuela y educación superior). Esta regresión se realiza de manera separada para los profesores de enseñanza primaria y secundaria por un lado, y de manera conjunta para el global de los profesores, por otro. Además, se usa la voluntad de desarrollar una carrera profesional en el ámbito de la enseñanza como una medida adicional a su motivación para trabajar como profesor. Finalmente, se clasifican los cursos de matemáticas estudiados durante su proceso formativo en función del campo de conocimiento para comprobar el efecto entre las distintas categorías.

⁴ La lista de cursos viene detallada en el Apéndice A.

3. RESULTADOS

La Tabla 4 presenta los resultados de la regresión de la especificación principal. Aunque se han omitido los coeficientes correspondientes a los efectos fijos por países, éstos son altamente significativos. Por ejemplo, se espera que los futuros profesores de Taiwán presenten aproximadamente unos de resultados en los test de 110 puntos (más de una desviación estándar) mayores que el grupo base EE.UU. Estos efectos fijos por países se corresponden con nuestras expectativas, dado que existen grandes diferencias en las evaluaciones medias por países de la Tabla 2.

Podemos comprobar que existe un efecto género bastante significativo, tanto para los profesores de enseñanza primaria, secundaria, como para la regresión conjunta. *Ceteris paribus*, las futuras profesoras tienen aproximadamente unos resultados en los test de 20 puntos inferior que sus compañeros profesores. En la regresión separada por nivel de enseñanza futura, vemos que los resultados en los test son decrecientes en edad. Dado que la distribución de la edad está sesgada hacia edades más avanzadas, también se han incluido variables dicotómicas por grupos de edad para realizar un análisis más robusto (ver Tabla 6).

Aquellos futuros profesores cuyos padres presentan niveles superiores de educación, obtienen mejores resultados en el examen de conocimientos matemáticos. En el caso de la regresión conjunta, cuando los padres tienen título universitario, los profesores logran unos resultados 5 puntos superiores que aquellos cuyos padres tienen educación secundaria superior (grupo de referencia). Este efecto es más pronunciado para el caso de la educación de la madre, tal como se puede observar en la Tabla 5, donde el conjunto de variables para la educación materna es significativo en cualquier regresión y la paterna sólo lo es en la regresión conjunta. Además, aquellos futuros profesores que durante el instituto obtuvieron mejores calificaciones, presentan también resultados superiores en el examen. De hecho, los que estuvieron siempre en los niveles superiores en el instituto, tienen unos resultados 30 puntos superiores a aquellos que se encontraban en niveles medios.

Tabla 4- Resultados de la regresión de la especificación principal

	Profesores de Enseñanza Primaria		Profesores de Enseñanza Secundaria		Regresión conjunta	
	Coficiente	P-valor	Coficiente	P-valor	Coficiente	P-valor
Mujer	-25.93	0.00	-18.75	0.00	-20.73	0.00
Edad	-1.03	0.00	-0.73	0.00	-1.14	0.00
Educación de la Madre*:						
Ed. Primaria	-4.19	0.12	-12.69	0.00	-7.13	0.00
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	-7.50	0.00	-11.11	0.00	-8.71	0.00
Ed. Secundaria Superior	2.58	0.33	-4.62	0.17	-0.55	0.80
Ed. Post-secundaria, no terciaria (bachiller,BUP,COU...)	2.90	0.27	-3.23	0.35	-0.41	0.85
Enseñanza Práctica	7.33	0.01	0.36	0.92	4.93	0.02
Primera Licenciatura,Diplomatura	5.49	0.06	4.40	0.24	5.61	0.02
Educación del Padre:						
Primaria	-0.82	0.77	-0.73	0.23	-0.76	-0.35
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	0.08	0.03	4.21	0.57	1.62	0.75
Ed. Secundaria Superior	-1.04	0.71	5.58	0.10	2.21	1.02
Ed. Post-secundaria, no terciaria (bachiller,BUP,COU...)	0.41	0.87	2.53	0.45	1.54	0.74
Enseñanza Práctic	5.93	0.02	2.87	0.43	4.95	0.02
Primera Licenciatura,Diplomatura	5.41	0.06	0.59	0.87	3.08	0.18
Calificación en el Instituto						
Entre los primeros de la clase	38.21	0.00	22.7	0.00	30.52	0.00
Cercano a los primeros	28.25	0.00	20.2	0.00	24.71	0.00
Por encima de la media	15.21	0.00	6.89	0.02	12.53	0.00
Por debajo de la media	0.70	0.85	17.3	0.03	-1.29	0.71
Cursos Matemáticas recibidos						
Nivel Universitario	0.76	0.00	3.95	0.00	-9.96	0.00
Nivel Escuela	4.91	0.00	1.21	0.10	6.06	0.00
Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:						
Conjunto de reglas y procedimientos	-9.94	0.00	-8.40	0.00	-14.44	0.00
Método de Investigación	6.65	0.00	4.25	0.00	5.76	0.00
Motivación para ser profesor:						
Amor por las matemáticas	27.73	0.00	12.7	0.13	20.77	0.00
Trabajo desafiante	1.57	0.39	0.57	0.82	1.48	0.32
Talento para la enseñanza	1.48	0.41	3.48	0.16	1.64	0.26
Trabajar con jóvenes	0.31	0.88	1.19	0.65	-0.36	0.98
Influencia sobre la próx.generación	-3.99	0.03	2.78	0.22	-3.13	0.03
Bueno en la escuela	-3.06	0.05	2.00	0.31	-0.52	0.68
Disponibilidad de ofertas de trabajo	0.52	0.76	4.21	0.05	0.05	0.15
Seguridad laboral	-3.61	0.02	0.55	0.79	-2.04	0.10
Salario	-2.50	0.17	-4.56	0.06	-3.61	0.01
R²	0.41		0.55		0.46	

* Grupo de referencia: edad 20 a 24

La Tabla 5 muestra que las variables dicotómicas relativas a la calificación durante el instituto son conjuntamente significativas al 1% para profesores de enseñanza primaria y secundaria.

Tabla 5- Test de significatividad conjunto (Variables dicotómicas o dummies)

	Profesores de Enseñanza Primaria		Profesores de Enseñanza Secundaria		Regresión conjunta	
	Estadístico F	P > Estadístico F	Estadístico F	P > Estadístico F	Estadístico F	P > Estadístico F
Educación del Padre	1.73	0.11	0.79	0.58	1.13	0.33
Educación de la Madre	4.97	0.00	3.87	0.00	7.48	0.00
Calificación en el Instituto	75.74	0.00	22.89	0.00	81.40	0.00
Cursos de Matemáticas recibidos	80.33	0.00	103.89	0.00	159.14	0.00
Opinión Naturaleza Matemáticas	195.25	0.00	53.89	0.00	251.91	0.00
Motivación	28.01	0.00	5.35	0.00	27.03	0.00

La cantidad de cursos realizados durante el periodo preparatorio de educación del profesorado, uno de los tres factores de interés en este estudio, tiene un efecto estadísticamente significativo en el resultado del examen de matemáticas realizado a los futuros profesores. La calificación mejora tanto cuando el curso preparatorio corresponde a un nivel de escuela como si el nivel es universitario. En la regresión conjunta, un incremento de una desviación estándar en el número de cursos de nivel universitario aumenta el resultado en el test en 8.6 puntos. De igual manera, un incremento de un punto en la desviación estándar en el número de cursos realizados a nivel de escuela, aumenta la calificación obtenida en el test en 6.2 puntos.

También se plantea como hipótesis la actitud del futuro profesor sobre la naturaleza de las matemáticas y cómo afecta a su conocimiento. De hecho, la Tabla 4 muestra que aquéllos que consideran las matemáticas como un conjunto fijo de reglas y procedimientos que sirven para resolver problemas matemáticos, presentan calificaciones inferiores en el test. Por el contrario, los futuros profesores que lo juzgan como un método general de inferencia que requiere un razonamiento creativo y que puede ser aplicado en diferentes contextos de la vida real, tienden a obtener calificaciones superiores en el test. Estos efectos son significativos tanto a nivel conjunto como individual a un nivel de significatividad del 1%. La magnitud de ellos sobre los resultados obtenidos en el test es incluso superior al efecto que tienen el número de cursos realizados durante el periodo de formación del profesor. Para la regresión conjunta, si la variable indicativa para la creencia de que las matemáticas es un conjunto fijo de reglas y procedimientos aumenta en una desviación estándar (D.E.= 1.31), la calificación en el examen disminuye aproximadamente en 19 puntos.

Por último, cabe esperar que la motivación del futuro profesor para trabajar como tal, sea una variable relevante en su conocimiento matemático. Los futuros profesores que consideran que su principal motivación para desarrollar su profesión es el interés por las matemáticas, obtienen una calificación 20 puntos superior. Por el contrario, aquellos que tienen como incentivo principal motivos extrínsecos presentan resultados más bajos en el test. Más concretamente, los profesores motivados por la seguridad en el trabajo, obtienen 2

puntos menos en el test y los atraídos por el atractivo salarial, 3.6 menos. El conjunto de variables para la motivación del futuro profesor es conjuntamente significativo.

Para comprobar la robustez de los resultados, se han estimado varias regresiones alternativas, que nos permiten observar con más detalle alguno de los efectos ya identificados anteriormente. En primer lugar, se han incluido variables dicotómicas por grupos de edad, en lugar de considerar la edad como una variable continua. En principio, así se tienen en cuenta de una manera más precisa la distribución sesgada de la edad en la encuesta.

La Tabla 6 muestra que en ambas regresiones separadas por profesores de enseñanza primaria y secundaria, las calificaciones obtenidas en el test disminuyen según los grupos de edad. Los futuros profesores de entre 25 y 29 años presentan resultados inferiores que el grupo de referencia, entre 20-24 años. Independientemente de la muestra de los profesores, el conjunto de variables dicotómicas correspondientes al grupo de edad son conjuntamente significativas al 1%.

En la especificación principal se ha usado el número de cursos realizados a nivel de educación terciaria o de escuela como una aproximación a la preparación matemática del futuro profesor durante su periodo de formación. Hemos podido comprobar que el número de cursos tiene un impacto estadísticamente significativo en la calificación del test realizado. Sin embargo, la magnitud este efecto era baja en comparación con otros factores. En total, la encuesta presenta una lista de 19 cursos de matemáticas de nivel superior y 7 de nivel de escuela. Se han dividido los cursos en función de cuatro áreas de matemáticas las que pertenezca (geometría, estructuras discretas y lógica, continuidad y funciones y probabilidad y estadística) y se le han asignado variables dicotómicas con el objetivo de comprobar los efectos diferenciales entre los campos. También se dividen los cursos de nivel de escuela en dos categorías: números-medición-geometría y funciones-cálculo-probabilidad.

La Tabla 7 muestra que no hay una tendencia clara de los efectos de estas categorías ni en las regresiones separadas ni en la conjunta. Mientras que los cursos de geometría tienen un efecto significativamente negativo en la puntuación de los exámenes en el caso de los profesores de escuela primaria, el efecto es positivo en los de enseñanza secundaria. Sólo los cursos relativos a funciones y continuidad tienen un efecto claramente positivo en todas las regresiones estudiadas. De igual manera, aquellos cursos de nivel de escuela referentes a funciones, cálculo y probabilidad tienen un efecto positivo en todos los casos. En la Tabla 7 podemos ver que las variables correspondientes a las distintas áreas de los cursos, tanto a nivel escolar como universitario, son conjuntamente significativos.

Tabla 6- Resultados de la regresión de una especificación alternativa.
Inclusión de grupos de edad.

	Profesores de Enseñanza Primaria		Profesores de Enseñanza Secundaria		Regresión conjunta	
	Coefficiente	P-Valor	Coefficiente	P-Valor	Coefficiente	P-Valor
Mujer	-25.88	0.00	-19.00	0.00	-20.82	0.00
25 a 29 años	-4.67	0.02	-7.79	0.00	-8.14	0.00
30 a 34 años	-8.17	0.01	-10.62	0.03	-10.93	0.00
> 34 años	-15.84	0.00	-15.77	0.00	-18.31	0.00
Educación de la Madre*:						
Ed. Primaria	-4.36	0.00	-11.94	0.00	-7.09	0.00
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	-7.37	0.00	-10.56	0.00	-8.49	0.00
Ed. Secundaria Superior	2.68	0.32	-4.62	0.17	-0.45	0.83
Enseñanza Práctica	3.04	0.25	-3.36	0.33	-0.36	0.87
Primera Licenciatura, Diplomatura	7.36	0.01	0.32	0.93	4.97	0.02
Más de una Lic. o Dip	4.95	0.09	4.26	0.26	5.32	0.02
Educación del Padre:						
Ed. Primaria	-1.03	0.71	-0.78	0.83	-0.9	0.68
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	-0.10	0.97	4.04	0.25	1.45	0.50
Ed. Secundaria Superior	-1.12	0.68	5.9	0.08	2.32	0.29
Enseñanza Práctica	0.82	0.75	2.83	0.39	1.87	0.37
Primera Licenciatura, Diplomatura	5.82	0.03	3.22	0.38	4.97	0.02
Más de una Lic. o Dip.	6.12	0.03	0.93	0.8	3.61	0.11
Calificación en el Instituto						
Entre los primeros de la clase	38.60	0.00	22.48	0.00	30.63	0.00
Cercano a los primeros	28.66	0.00	20.31	0.00	24.85	0.00
Por encima de la media	15.60	0.00	7.02	0.01	12.81	0.00
Por debajo de la media	0.76	0.84	-15.00	0.08	-0.89	0.79
Cursos Matemáticas recibidos						
Nivel Universitario	0.76	0.00	3.96	0.00	1.71	0.00
Nivel Escuela	5.01	0.00	1.17	0.12	3.58	0.00
Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:						
Conjunto de reglas y procedimientos	-9.90	0.00	-8.48	0.00	-9.66	0.00
Método de Investigación	6.48	0.00	4.35	0.00	5.98	0.00
Motivación para ser profesor:						
Amor por las matemáticas	27.97	0.00	12.98	0.00	20.89	0.00
Trabajo desafiante	1.45	0.43	0.51	0.84	1.40	0.35
Talento para la enseñanza	1.39	0.43	3.51	0.15	1.59	0.28
Trabajar con jóvenes	0.58	0.28	1.37	0.60	0.25	0.88
Influencia sobre la próxima generación	-4.06	0.03	-2.94	0.20	-3.13	0.03
Bueno en la escuela	-3.34	0.03	1.93	0.33	-0.73	0.56
Disponibilidad de ofertas de trabajo	0.35	0.84	4.23	0.05	1.79	0.19
Seguridad laboral	-3.45	0.02	0.56	0.79	-1.93	0.12
Salario	-2.48	0.17	-4.62	0.06	-3.65	0.01
R ²	0.41		0.55		0.46	

* Grupo de referencia: edad 20 a 24

Tabla 7- Resultados de la regresión de una especificación alternativa.
Cursos matemáticos por áreas.

	Profesores de Enseñanza Primaria		Profesores de Enseñanza Secundaria		Regresión conjunta	
	Coficiente	P-valor	Coficiente	P-valor	Coficiente	P-valor
Mujer	-25.22	0.00	-19.00	0.00	-20.84	0.00
Edad	-0.96	0.00	-0.85	0.00	-1.12	0.00
Educación de la Madre*:						
Ed. Primaria	-4.28	0.10	-11.25	0.00	-7.09	0.00
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	-7.43	0.00	-8.78	0.01	-8.49	0.00
Ed. Secundaria Superior	2.56	0.32	-3.13	0.34	-0.45	0.83
Enseñanza Práctica	3.31	0.20	-2.42	0.47	-0.36	0.87
Primera Licenciatura,Diplomatura	7.50	0.00	0.49	0.87	4.97	0.02
Más de una Lic. o Dip	5.92	0.04	5.42	0.14	5.32	0.02
Educación del Padre:						
Ed. Primaria	-0.77	0.77	-1.57	0.66	-1.08	0.61
Ed. Secundaria Basica (EGB,ESO)	0.32	0.90	2.04	0.55	0.90	0.67
Ed. Secundaria Superior	-1.26	0.64	3.42	0.30	1.26	0.55
Enseñanza Práctica	0.08	0.97	1.10	0.73	0.98	0.63
Primera Licenciatura,Diplomatura	6.16	0.02	2.24	0.52	5.05	0.02
Más de una Lic. o Dip	5.78	0.04	-1.23	0.64	2.91	0.19
Calificación en el Instituto						
Entre los primeros de la clase	37.72	0.00	22.36	0.00	30.74	0.00
Cercano a los primeros	28.66	0.00	19.09	0.00	25.01	0.00
Por encima de la media	15.23	0.00	6.60	0.02	12.76	0.00
Por debajo de la media	-1.13	0.75	-15.28	0.04	-2.41	0.46
Curso Mat. Nivel Universitario						
Geometría	-2.20	0.00	3.38	0.00	0.28	0.62
Estructuras Discretas y Lógica	3.66	0.00	-0.66	0.40	2.02	0.00
Continuidad y Funciones	0.68	0.25	9.53	0.00	2.51	0.00
Probabilidad y Estadística	1.11	0.31	5.14	0.00	3.09	0.00
Curso Mat. Nivel Escuela						
Medición, Números y Geometría	5.88	0.00	-4.29	0.01	3.58	0.00
Funciones, Cálculo y Probabilidad	3.94	0.00	3.98	0.00	3.61	0.00
Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:						
Conjunto de reglas y procedimientos	-9.60	0.00	-8.19	0.00	-9.46	0.00
Método de Investigación	6.55	0.00	4.43	0.00	6.08	0.00
Motivación para ser profesor:						
Amor por las matemáticas	27.56	0.00	11.51	0.00	20.70	0.00
Trabajo desafiante	1.28	0.47	0.34	0.89	1.23	0.39
Talento para la enseñanza	1.35	0.43	3.64	0.13	1.58	0.26
Trabajar con jóvenes	-0.32	0.87	1.51	0.55	-0.20	0.90
Influencia sobre la próxima generación	-3.21	0.07	-2.14	0.33	-2.55	0.07
Bueno en la escuela	-3.02	0.05	1.58	0.41	-0.90	0.46
Disponibilidad de ofertas de trabajo	0.40	0.81	3.44	0.10	1.66	0.21
Seguridad laboral	-3.10	0.04	1.18	0.56	-1.54	0.20
Salario	-2.25	0.20	-5.22	0.03	-3.66	0.01
R ²	0.42		0.57		0.46	

Por último, se ha añadido una variable adicional para la motivación de los futuros profesores. La encuesta TEDS-M contiene una pregunta relativa a cómo ven su futuro en la enseñanza. La respuesta incluye las opciones “Toda la vida profesional en la enseñanza”, “Puede que toda la vida profesional en la enseñanza”, “Enseñanza hasta que encuentre otro trabajo”, “Sin trabajo en la enseñanza” y “No lo sé”. La regresión principal se amplía usando variables dicotómicas para esas opciones, siendo la de referencia “Toda la vida profesional en la enseñanza”. Los resultados se pueden ver en la Tabla 8. Los profesores que no aspiran a desarrollar toda su carrera profesional en el ámbito de la enseñanza tienen resultados inferiores. En particular, los individuos que no quieren trabajar en la enseñanza logran unos resultados en el test 15 puntos por debajo del grupo de referencia. Este efecto no se observa, sin embargo en los profesores de educación primaria, para los que no hay una diferencia significativa entre los que pretenden desarrollar su carrera profesional en la enseñanza y los que no contemplan esta opción. Aquellos profesores que no tienen claro su futuro profesional obtienen un peor resultado, independientemente de la muestra. Las variables relativas a la disposición para trabajar como profesor son conjuntamente significativas para los tres grupos analizados.

Tabla 8- Resultados de la Regresión de una Especificación Alternativa
-¿Futuro profesional en la enseñanza?

	Profesores Enseñanza Primaria		Profesores Enseñanza Secundaria		Regresión conjunta	
	Coficiente	P-Valor	Coficiente	P-Valor	Coficiente	P-Valor
Mujer	-26.00	0.00	-19.40	0.00	-21.01	0.00
Edad	-1.00	0.00	-0.74	0.00	-1.14	0.00
Educación de la Madre*:						
Ed. Primaria	-4.15	0.12	-12.95	0.00	-7.18	0.00
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	-7.51	0.00	-11.38	0.00	-8.78	0.00
Ed. Secundaria Superior	2.57	0.34	-4.88	0.15	-0.63	0.77
Enseñanza Práctica	2.87	0.28	-3.19	0.35	-0.46	0.83
Primera Licenciatura, Diplomatura	7.18	0.01	0.32	0.93	4.86	0.03
Más de una Lic. o Dip	5.56	0.06	4.22	0.26	5.60	0.02
Educación del Padre:						
Ed. Primaria	-0.66	0.81	-0.44	0.90	-0.62	0.40
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	0.23	0.93	4.54	0.20	1.82	0.40
Ed. Secundaria Superior	-0.94	0.73	5.72	0.09	2.30	0.29
Enseñanza Práctica	0.37	0.89	2.84	0.39	1.60	0.44
Primera Licenciatura, Diplomatura	5.93	0.02	3.19	0.38	5.02	0.18
Más de una Lic. o Dip	5.39	0.06	0.52	0.88	3.06	0.18
Calificación en el Instituto						
Entre los primeros de la clase	38.13	0.00	22.28	0.00	30.25	0.00
Cercano a los primeros	27.96	0.00	20.19	0.00	24.42	0.00
Por encima de la media	15.05	0.00	6.97	0.01	12.38	0.00
Por debajo de la media	0.65	0.86	-17.11	0.04	-1.17	0.73
Cursos Matemáticas recibidos						
Nivel Universitario	0.75	0.00	3.99	0.00	1.74	0.00
Nivel Escuela	4.94	0.00	1.13	0.13	3.52	0.00
Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:						
Conjunto de reglas y procedimientos	-9.86	0.00	-8.33	0.00	-9.60	0.00
Método de Investigación	6.69	0.00	4.27	0.00	6.08	0.00
Motivación para ser profesor:						
Amor por las matemáticas	27.60	0.00	12.52	0.00	20.55	0.00
Trabajo desafiante	1.30	0.48	-0.15	0.99	1.11	0.46
Talento para la enseñanza	1.17	0.51	2.37	0.34	1.05	0.48
Trabajar con jóvenes	0.09	0.97	-0.05	0.99	-0.51	0.75
Influencia sobre la prox. generación	-4.15	0.02	-3.11	0.17	-3.39	0.02
Bueno en la escuela	-3.03	0.05	2.07	0.30	-0.50	0.69
Disponibilidad de ofertas de trabajo	0.34	0.84	3.41	0.11	1.59	0.24
Seguridad laboral	-3.97	0.01	-0.12	0.95	-2.43	0.05
Salario	-2.37	0.19	-4.18	0.09	-3.45	0.02
¿Futuro profesional en la enseñanza?						
Quizás toda mi carrera	4.77	0.00	-0.26	0.91	2.48	0.06
Hasta que encuentre otro trabajo	2.37	0.39	-3.44	0.31	0.70	0.75
Sin trabajo en la enseñanza	-0.83	0.81	-14.91	0.00	-5.21	0.06
No lo sé	-9.39	0.00	-8.99	0.07	-9.42	0.00
R²	0.42		0.55		0.46	

4. ¿ES ESPAÑA DIFERENTE?

Esta sección se centra en los futuros profesores en España. Se estudia si los resultados obtenidos en el panel de datos internacional siguen siendo válidos para el contexto español. En consecuencia, el modelo principal se estimará sólo con datos correspondientes a este país. En la encuesta sólo se ha entrevistado a profesores de enseñanza primaria, por lo que no se puede realizar la distinción previa entre profesores de enseñanza primaria y secundaria, como se aprecia en la Tabla 9. Por tanto, en este modelo de regresión se incluye un total de 956 futuros profesores de enseñanza primaria.

Tabla 9- Resultados de la regresión para España - Especificación Principal

Variable explicativa	Coefficiente	P-valor	Variable explicativa	Coefficiente	P-valor
Mujer	-29.95	0.00	Cursos Matemáticas recibidos		
Edad	0.08	0.85	Nivel Universitario	0.30	0.55
Educación de la Madre*:			Nivel Escuela	-0.11	0.92
Ed. Primaria	-8.07	0.13	Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:		
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	-7.03	0.26	Conjunto de reglas y procedimientos	-8.29	0.00
Enseñanza Práctica	-7.27	0.25	Método de Investigación	2.43	0.05
Prim. Licenciatura, Diplomatura	-4.33	0.61	Motivación para ser profesor:		
Más de una Lic. o Dip	3.13	0.76	Amor por las matemáticas	19.85	0.00
Educación del Padre:			Trabajo desafiante	-4.78	0.22
Ed. Primaria	-1.23	0.82	Talento para la enseñanza	5.11	0.29
Ed. Secundaria Básica (EGB,ESO)	-1.08	0.87	Trabajar con jóvenes	4.66	0.35
Enseñanza Práctica	-0.84	0.90	Influencia sobre la próxima generación	0.63	0.91
Prim. Licenciatura, Diplomatura	-2.48	0.80	Bueno en la escuela	-4.53	0.27
Más de una Lic. o Dip.	-9.40	0.24	Disponibilidad de ofertas de trabajo	-1.86	0.62
Calificación en el Instituto			Seguridad Laboral	-5.01	0.21
Entre los primeros de la clase	28.84	0.00	Salario	-3.07	0.41
Cercano a los primeros	12.53	0.03	R²	0.20	
Por encima de la media	12.14	0.01			
Por debajo de la media	-9.32	0.23			

Variable dependiente: Calificación obtenida en matemáticas por los futuros profesores.

Tabla 10- Test de significatividad conjunto (Variables dicotómicas o dummies)

	Estadístico F	P > Estadístico F
Educación del Padre	0.34	0.89
Educación de la Madre	0.65	0.67
Calificación en el Instituto	7.38	0.00
Cursos de Matemáticas recibidos	0.18	0.83
Opinión Naturaleza Matemáticas	16.42	0.00
Motivación	3.37	0.00

Al igual que ocurría en la regresión por países, la estimación de la calificación obtenida en el test realizado por mujeres es 30 puntos inferior al de los hombres. Sin embargo, no existe relación entre el resultado obtenido y la edad de los futuros profesores. Tampoco se logra identificar un impacto claro de la educación de los padres en la calificación del test. No sólo la actuación del futuro profesor es independiente del nivel de estudios de los padres, sino que además, el conjunto de variables dicotómicas no es significativo conjuntamente (ver Tabla 10). El hecho de tener mejores calificaciones medias durante el instituto sí es significativo y mejora los resultados del test. Los futuros profesores que estuvieron muy por encima de la media, obtienen una puntuación 28 puntos superior a los que alcanzaron el nivel medio.

En contraste con la regresión entre países, para el caso de España no hay relación entre los resultados del test y la cantidad de cursos a los que haya asistido durante su carrera, ni a nivel de escuela ni de universidad, no siendo las variables que lo representan conjuntamente ni individualmente significativas. Por el contrario, sí que tienen un impacto relevante la actitud sobre la naturaleza de las matemáticas. De hecho, si la opinión “las matemáticas son un conjunto fijo de reglas y procedimientos” aumenta en una desviación estándar, los resultados del test disminuyen aproximadamente en 8.5 puntos. Finalmente, también es relevante la motivación para trabajar. El conjunto de variables correspondiente a este grupo es conjuntamente significativo al 1%, principalmente debido al peso que tiene el amor del profesor por las matemáticas. Aquellos que responden que ésta es su principal motivación, tienen de media una calificación 20 puntos superior.

5. SIMULACIÓN DEL TAMAÑO DEL EFECTO DEL CONOCIMIENTO DE LOS PROFESORES EN LOS RESULTADOS DE LOS ALUMNOS

Las regresiones anteriores nos han mostrado que los cursos realizados durante la formación, creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y la motivación para trabajar en la enseñanza, tienen un efecto estadística y cuantitativamente significativos en la calificación obtenida en el examen de matemáticas por los futuros profesores. En última instancia, no nos centramos únicamente en los comprender los factores que determinan la calidad del profesorado, sino en unir esos factores con los resultados de los estudiantes. Por ejemplo, estamos interesados en estimar el efecto de un incremento en el número de cursos de matemáticas estudiados por un profesor es sus futuros alumnos. Con el objetivo de realizar este ejercicio de simulación, necesitamos una estimación de cómo la calidad del profesor, medida por la calificación de éste obtenida en el examen de matemáticas, afecta a las calificaciones obtenidas por los estudiantes. Concretamente es necesario estimar el efecto concreto de estar expuesto a un número determinado de profesores durante un periodo de tiempo.

En un estudio reciente, Metzler & Woessman (2010) usan datos de una escuela de primaria de Perú que contiene las calificaciones tanto de estudiantes como de profesores en dos áreas. Otros estudios anteriores calculan el efecto de la calidad del profesor a través de un modelo de efectos fijos por profesor (Rockoff, 2004; Rivkin, Hanushek and Kain, 2005). Está, por tanto, implícitamente asumido que el efecto fijo por profesor captura estrictamente el efecto calidad de éste. Dado que el efecto fijo del profesor está tratado como una “caja negra” y que los componentes y determinantes de la calidad del mismo se ignoran completamente, estos estudios no son apropiados para ayudar a llevar a cabo políticas concretas que pretendan mejorar la calidad del profesorado y los resultados de los estudiantes. Metzler & Woessman (2010) son los primeros en relacionar los logros de los alumnos con cada componente concreto de la calidad del profesor, es decir, el conocimiento específico del profesor en su área. Muestran que, si un alumno recibe dos clases distintas del mismo profesor, obtendrá una mayor calificación en aquella asignatura en la que el profesor haya obtenido mejores resultados relativamente. Este sistema permite que el autor controle por efectos fijos de estudiante, profesor y materia. Además, la base de datos contiene sólo colegios pequeños en los que hay sólo un profesor por curso, por lo que los padres no tendrían la opción de elegir a ningún profesor según sus cualidades. De esta manera, los autores evitan problemas de selección no aleatoria en las aulas, que provocarían estimaciones sesgadas por la calidad del profesor. Metzler y Woessman concluyen que un incremento de una desviación estándar en el resultado del examen del profesor, aumenta los resultados de su alumno aproximadamente en un 10%. Este modelo captura el efecto de estar expuesto a un profesor de educación primaria durante un año. Sin embargo, Kaine y Staiger (2008) estiman que el efecto específico del profesor decae aproximadamente un 50% pasado el primer año. En este estudio, se usan los estimadores del trabajo citado anteriormente que relaciona la formación del profesor con las calificaciones de los estudiantes, con el objetivo de comprobar el efecto de varios determinantes de la calidad del profesor, tomados del estudio TEDS-M, sobre los resultados de su alumno. También se simula el efecto diferencial de ser enseñado por un profesor con unas características concretas a lo largo de la educación primaria utilizando, de nuevo, las estimaciones de Kaine y Staiger (2008) y las desviaciones estándar calculadas a partir de los datos de TEDS-M. Por ejemplo, se calcula cómo la calificación de un estudiante varía si su profesor ha atendido a un número de cursos de matemáticas una desviación estándar superior. Por cada variable explicativa que se muestra en la Tabla 11, se estima un incremento o disminución de una desviación estándar, en función de si la variable en cuestión tiene un efecto positivo (aumento) o negativo (disminución) en los resultados del profesor.

En la Tabla 11 se observa que una mejora en todas las variables explicativas relevantes de una desviación estándar, incrementa la calificación del estudiante aproximadamente un 11.9% si éste es alumno del mismo profesor durante toda la educación primaria. Si suponemos que el profesor de enseñanza secundaria posee características similares, el efecto sobre el resultado de este alumno se acumula hasta un 17.7%. Esta estimación es muy

sensible a la tasa a la que decae la influencia del profesor. Si suponemos una tasa de decadencia del 25%, el efecto acumulado durante el periodo de enseñanza primaria es del 19% y del 24% para el periodo de primaria y secundaria. A la hora de interpretar la magnitud de estos efectos, hay que tener en cuenta que captura la influencia de un profesor sólo en una asignatura. Metzler & Woessman (2010) estiman el efecto de la calidad del profesor sobre el resultado del alumno donde hay sólo un profesor por curso académico. No queda claro hasta qué punto es correcto extender estas estimaciones a la escuela secundaria, donde los alumnos tienen cada asignatura impartida por profesores diferentes y no es tan obvio el efecto de un profesor en concreto ni cómo los efectos individuales de cada profesor deberían ser agregados entre materias. Teniendo en cuenta estos factores más complejos, este estudio ofrece unas estimaciones preliminares del impacto de diferentes determinantes de la calidad del profesorado en los resultados de los alumnos.

Tabla 11- Simulación del tamaño del efecto (*effect size*)

Efecto de un incremento (disminución) de una desviación estándar de la variable explicativa sobre los resultados del alumno (en % desviación estándar).

	50% Tasa de decadencia		25% Tasa de decadencia	
	Educación Primaria (5 años)	Educación Primaria + Secundaria (5+5 años)	Educación Primaria (5 años)	Educación Primaria + Secundaria (5+5 años)
Cursos Matemáticas recibidos				
Nivel Universitario	1.7%	2.5%	2.7%	3.3%
Nivel Escuela	1.2%	1.8%	2.0%	2.4%
Opinión sobre la naturaleza de las matemáticas:				
Conjunto de reglas y procedimientos	2.4%	3.7%	3.9%	4.9%
Método de Investigación	1.9%	2.7%	3.0%	3.7%
Motivación para ser profesor:				
Amor por las matemáticas*	4.0%	6.0%	6.4%	8.0%
Salario*	0.7%	1.0%	1.1%	1.4%
Total	11.9%	17.7%	19.1%	23.7%

* Para el caso de las dicotómicas "Amor por las matemáticas" y "Salario" el efecto tenido en cuenta es la diferencia entre la variable cuando ésta toma valores 1 y 0

Podemos plantearnos un paso adicional que consistiría en analizar cómo afecta la mejora de los resultados de las pruebas sobre el crecimiento económico. Hanushek y Woessmann (2010) señalan que solo la calidad de la educación, medida por los resultados en pruebas estandarizadas, importa para promover el crecimiento económico mientras que el número medio de años de educación es irrelevante estadísticamente. Estos autores obtienen el resultado a partir de regresiones de países donde la variable dependiente, crecimiento económico, se explica a partir del nivel inicial de renta per cápita, los años medios de

educación y los resultados en PISA de 51 países. Solo el parámetro de la puntuación de las pruebas de PISA y el nivel de renta per cápita inicial son estadísticamente significativos. Hanushek y Woessmann (2010) muestran que un aumento de $\frac{1}{4}$ de una desviación estándar en los resultados de PISA corresponde a 115 billones de dólares ajustados por PPC (paridad del poder de compra). Este resultados supone que, si las puntuaciones de las pruebas fueran comparables, que un aumento de una desviación estándar de los factores que determinan un buen profesor implicaría un aumento entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{5}$ de aumento de los resultados de las pruebas y, por tanto, alrededor de 100 billones de dólares. Estos resultados son una aproximación muy tentativa, aunque sugerente, a la evaluación del impacto de la calidad de los profesores sobre el crecimiento económico dado que los resultados presentados en Hanushek y Woessmann (2010) están sujetos a importantes críticas y nuestras proxies no son exactamente las mismas utilizadas por estos autores.

6. CONCLUSIÓN

Existe acuerdo general entre los investigadores en Economía de la Educación sobre el papel fundamental de la calidad de los profesores en los resultados de los alumnos. De hecho, según algunos meta-estudios, la capacidad de los profesores sería el único determinante robusto en la funciones de producción de educación. Sin embargo existe menos investigación sobre los determinantes de la calidad de los profesores. Si medimos la calidad de un profesor en función de su conocimiento sobre las disciplinas que tiene que enseñar, podemos estudiar los determinantes de los resultados de los profesores en pruebas de conocimientos estandarizadas. Nuestros resultados muestran que existen tres grupos de variables con una significativa capacidad explicativa sobre los resultados de las pruebas de los profesores, una vez descontado el efecto fijo del país: la preparación anterior y las notas en cursos anteriores; su motivación, en particular la intrínseca; y sus creencias sobre la naturaleza de las matemáticas. Si tomamos las estimaciones en Hanushek y Woessmann (2010) como referencia sobre el efecto de la calidad de los profesores en los resultados de los estudiantes, y el impacto de estos sobre el crecimiento económico, veremos que incluso una mejora pequeña de la calidad del profesorado tiene un impacto sustancial sobre el crecimiento económico.

APÉNDICE A

El Apéndice A detalla cómo se han derivado de la encuesta TEDS-M las variables usadas en la regresión.

▪ Motivación del profesor

Las variables dicotómicas relativas a la motivación del futuro profesor para desarrollar su carrera en la enseñanza, provienen de la siguiente pregunta:

¿En qué medida los siguientes motivos justifican su intención de ser profesor?:

	No lo justifica en absoluto	Lo justifica algo	Lo justifica bastante	Lo justifica totalmente
A. Siempre fui un buen estudiante en el colegio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Me atrae la disponibilidad de empleos para profesores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Me encantan las matemáticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Creo que tengo madera de profesor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E. Me gusta trabajar con gente joven	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F. Me atraen los salarios de los profesores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G. Me gustaría poder influir en la siguiente generación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H. Es un reto ser profesor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I. Busco la seguridad a largo plazo que te da la profesión de profesor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: TEDS-M 2008 Cuestionario al futuro profesor

Creamos una variable para cada una de las frases que toma el valor 1 si la correspondiente frase se considera una razón importante o principal y 0 en cualquier otro caso.

▪ Creencia sobre la naturaleza de las matemáticas

Los dos variables para la consideración de la naturaleza de las matemáticas son obtenidas en base a la siguiente pregunta:

¿En qué medida está usted de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes creencias sobre la naturaleza de las matemáticas?

	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Algo en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
A Las matemáticas son un conjunto de normas y procedimientos que indican cómo resolver problemas					
B Las matemáticas implican la memorización y la aplicación de definiciones, fórmulas, hechos matemáticos y procedimientos					
C Las matemáticas involucran creatividad y nuevas ideas					
D En matemáticas muchas cosas pueden ser descubiertas y experimentadas por uno mismo					
E Al resolver tareas matemáticas se necesita conocer el procedimiento correcto, sin el cual nos perderíamos					
F Al implicarnos en tareas matemáticas podemos llegar a descubrir cosas nuevas (p. ej., conexiones, normas, conceptos)					
G En matemáticas el rigor lógico y la precisión son esenciales					
H Los problemas matemáticos pueden resolverse correctamente de diversos modos					
I Muchos aspectos de las matemáticas tienen valor práctico					
J Las matemáticas ayudan a resolver problemas y tareas cotidianas					
K Trabajar las matemáticas requiere mucha práctica, una aplicación de rutinas y estrategias de resolución de problemas					
L Las matemáticas consisten en aprender, recordar y aplicar					

Fuente: TEDS-M 2008 Cuestionario al futuro profesor

Cada una de esas frases es atribuida a una de las dos actitudes ante la naturaleza de las matemáticas. Los enunciados A, B, E, G, K y L describen las matemáticas como un conjunto de reglas fijas y procedimientos que únicamente pueden ser aplicados a problemas matemáticos.

Sin embargo, las oraciones C, D, F, H, I y J representan una visión más abierta, como un proceso de investigación que requiere un pensamiento creativo y que puede ser aplicado en contextos de la vida real. Las dos variables “matemáticas como reglas y procedimientos” y “matemáticas como proceso de investigación” están calculadas según el criterio de Rasch, donde 10 representa una posición neutral.

▪ **Curso de Matemáticas durante la Preparación**

Curso a nivel universitario o terciario

La siguiente cuestión pregunta a los futuros profesores acerca del trabajo realizado en matemáticas a nivel de enseñanza terciaria durante sus programas educativos para ser profesor.

Considere los siguientes contenidos de matemáticas de nivel universitario. Indique para cada uno de ellos si usted los ha estudiado en algún momento.

	Estudiado	No estudiado
A. Fundamentos de la geometría o geometría axiomática (p.ej. axiomas euclídeos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Geometría analítica o geometría de coordenadas (p. ej. ecuaciones de la recta, curvas, secciones cónicas, transformaciones rígidas o isométricas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Geometría no euclídea (p. ej. geometría esférica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D. Geometría diferencial (p. ej. conjuntos que pueden ser manipulables, curvatura de curvas y superficies)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E. Topología	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F. Álgebra lineal (p. ej. espacios vectoriales, matrices, dimensiones, valores propios, vectores propios)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G. Teoría de conjuntos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H. Álgebra abstracta (p. ej. teoría de grupos, teoría de campos, teoría de anillos, ideales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I. Teoría de números (p. ej. divisibilidad, números primos, estructura de números enteros)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
J. Temas de introducción al cálculo (p. ej. límites, series, sucesiones)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
K. Cálculo (p. ej. derivadas e integrales)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L. Cálculo de varias variables (p. ej. derivadas parciales, integrales múltiples)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. Cálculo avanzado, o análisis real o teoría de la medida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

N. Ecuaciones diferenciales (p. ej. ecuaciones diferencias ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales)		
O. Teoría de funciones reales, teoría de funciones complejas o análisis funcional		
P. Matemática discreta, teoría de grafos, teoría de juegos, combinatoria o algebra booleana		
Q. Probabilidad		
R. Estadística teórica y aplicada		
S. Lógica matemática (p. ej. tablas de verdad, lógica simbólica, lógica proposicional, teoría de conjuntos, operaciones binarias)		

Fuente: TEDS-M 2008 Cuestionario al futuro profesor

El número de cursos estudiados a nivel terciario se calcula como el número de casillas marcadas como “estudiado”.

En la regresión alternativa, los cursos se dividen en Geometría (A, B, C, D), Estructuras Discretas y Lógica (F, G, H, I, P, S), Continuidad y Funciones (J, K, L, M, N) y Probabilidad y Estadística (Q, R)

Curso a nivel de escuela

Una pregunta similar se les realizo a los futuros profesores en temas que normalmente se enseñan durante la educación primaria y secundaria.

Considere los siguientes temas de matemáticas habitualmente enseñados en los niveles de primaria y secundaria. Señale por favor si ha estudiado cada uno de estos temas como parte de su actual programa de formación del profesorado.

	Estudiado	No estudiado
A. Números (p. ej. números naturales, fracciones, decimales, números enteros, racionales, números reales; conceptos numéricos; teoría de números, estimación; razón y proporcionalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B. Medida (p. ej. unidades de medida; cálculos y propiedades de longitud, perímetro, área y volumen; estimación y error)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C. Geometría (p. ej. coordenadas geométricas en una y dos dimensiones, geometría euclídea, geometría de las transformaciones, congruencia y semejanza, construcciones con regla y compás, geometría en tres dimensiones, geometría vectorial)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- D. Funciones, relaciones y ecuaciones (p. ej. álgebra, trigonometría, geometría analítica)
- E. Representación de datos, probabilidad y estadística
- F. Cálculo (p. ej. procesos infinitos, cambio, diferenciación, integración)
- G. Validación, estructuración y abstracción (p. ej. álgebra booleana, inducción matemática, conectores lógicos, conjuntos, grupos, campos, espacio lineal, isomorfismo, homomorfismo)

Fuente: TEDS-M 2008 Cuestionario al futuro profesor

De nuevo, el número de cursos estudiados se calculan como el número de casillas marcadas como tal. En la regresión alternativa, las pregunta A, B y C corresponden a la categoría “números-medición-geometría” y D, E, F y G se enmarcan en “funciones-probabilidad-cálculo”.

▪ **Medida de Motivación Alternativa
– ¿Futuro profesional en la enseñanza?**

La voluntad de los futuros profesores para desarrollar su carrera profesional en el campo de la enseñanza se usa como medida alternativa de su motivación para ser profesor. La pregunta es la siguiente:

¿Cómo ve su futuro en la enseñanza?

- | | | | |
|---|--|--------------------------|---|
| A | Espero que sea mi profesión para toda la vida | <input type="checkbox"/> | 1 |
| B | Podría ser mi profesión para toda la vida | <input type="checkbox"/> | 2 |
| C | Es un trabajo que puedo ejercer hasta que encuentre la profesión que realmente deseo | <input type="checkbox"/> | 3 |
| D | Probablemente no busque trabajo como profesor | <input type="checkbox"/> | 4 |
| E | No lo sé | <input type="checkbox"/> | 5 |

Fuente: TEDS-M 2008 Cuestionario al futuro profesor

Se crea una variable para cada una de las alternativas (excepto para la respuesta A, que se toma de referencia) para incluirlas en las regresiones.

REFERENCIAS

Ball, D. L., Lubienski, S., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4th ed., pp. 433–456). Washington, DC: American Educational Research Association.

Begle, E. G. (1972). *Teacher knowledge and student achievement in algebra* (SMSG Rep. No. 9). Palo Alto, CA: Stanford University.

Begle, E. G. (1979). *Critical variables in mathematics education: Findings from a survey of the empirical literature*. Washington, DC: Mathematical Association of America and National Council of Teachers of Mathematics.

Chetty, R., John Friedman, Nathaniel Hilger, Emmanuel Saez, Diane Schanzenbach, and Danny Yagan (2011), "How Does Your Kindergarten Classroom Affect Your Earnings? Evidence from Project STAR", *Quarterly Journal of Economics* 126(4): 1593-1660.

Chetty, Raj, John N. Friedman, and Jonah Rocko (2011). "The Impact of Teacher Value Added on Student Outcomes in Adulthood," mimeo, Harvard University.

Coleman, J. (1966). *Equality of educational opportunity*. Washington, DC: U.S. Department of Health, Education and Welfare.

Ferguson, R. F. (1991). Paying for public education: New evidence on how and why money matters. *Harvard Journal on Legislation*, 28, 465-498.

Ferguson, R. F. (1998). Can schools narrow the Black-White test score gap? In C. Jencks & M. Phillips (Eds.), *The Black-White test score gap* (pp. 318-374). Washington, DC: Brookings Institution.

Greenwald, R., Hedges, L.V., & Laine, R. D. (1996). The effect of school resources on student achievement. *Review of Educational Research*, 6, 361–396.

Harbison, R. W., & Hanushek, E. A. (1992). *Educational performance for the poor: Lessons from rural northeast Brazil*. Oxford, England: Oxford University Press.

Hill, H.C., Sleep, L., Lewis, J.M. & Ball, D.L. (2007). *Assessing Teachers' Mathematical Knowledge: What Knowledge Matters and What Evidence Counts?* Capítulo 4 en: *Second handbook of research on mathematics teaching and learning : a project of the national council of teachers of mathematics*.

Kane, Thomas J., Douglas O. Staiger (2008). *Estimating Teacher Impacts on Student*

Achievement: An Experimental Evaluation. NBER Working Paper 14607. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Krueger, Alan B. (1999). Experimental Estimates of Education Production Functions. *Quarterly Journal of Economics*, 114, 497-532.

Metzler, J. & Woessmann, L. (2010). The Impact of Teacher Subject Knowledge on Student Achievement: Evidence from Within-Teacher Within-Student Variation. IZA Discussion Paper No. 4999.

Mullens, J. E., Murnane, R. J., & Willett, J. B. (1996). The contribution of training and subject matter knowledge to teaching effectiveness: A multilevel analysis of longitudinal evidence from Belize. *Comparative Education Review*, 40, 139–157.

Rivkin, Steven G., Eric A. Hanushek, John F. Kain (2005). Teachers, Schools, and Academic Achievement. *Econometrica* 73 (2), pp. 417–458.

Rockoff, Jonah E. (2004). The Impact of Individual Teachers on Student Achievement: Evidence from Panel Data. *American Economic Review* 94 (2), pp. 247–252.

Rowan, B., Chiang, F., & Miller, R. J. (1997). Using research on employees' performance to study the effects of teachers on students' achievement. *Sociology of Education*, 70, 256–284.

Summers, A. A., & Wolfe, B. L. (1975a). Equality of educational opportunity unquantified. A production function approach. Philadelphia: Federal Reserve Bank of Philadelphia, Department of Research.

Summers, A. A., & Wolfe, B. L. (1977). Do schools make a difference? *American Economic Review*, 67, 639-652.

Tatto, M. T., Nielsen, H. D., Cummings, W., Kularatna, N. G., & Dharmadasa, K. H. (1993). Comparing the effectiveness and costs of different approaches for educating primary school teachers in Sri Lanka. *Teaching and Teacher Education*, 9, 41–64.

Wayne, A. J., & Youngs, P. (2003). Teacher characteristics and student achievement gains: A review. *Review of Educational Research*, 73, 89–122.