

## Educación científica y brecha de género en España en alumnos de 15 años. Análisis secundarios de PISA 2015

Francisco López Rupérez<sup>1</sup>; Eva Expósito-Casas<sup>2</sup>; Isabel García García<sup>3</sup>

Recibido: Octubre 2019 / Evaluado: Febrero 2020 / Aceptado: Marzo 2020

**Resumen.** Introducción. En multitud de países las mujeres están infrarrepresentadas en las diferentes áreas STEM (acrónimo, en inglés, de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y, sin embargo, están sobrerrepresentadas en otros campos, tales como el de la salud, la psicología o la educación. La educación secundaria es considerada como una etapa crítica en la cual las chicas inician su distanciamiento de las ciencias y las matemáticas. Este estudio se propone, principalmente, profundizar en las relaciones entre la variable sexo, las expectativas de alumnos de 15 años de ejercer profesiones STEM y el rendimiento en Ciencias en España, y plantea finalmente algunas implicaciones para la educación científica. Métodos. Se ha establecido una distinción entre las expectativas profesionales relacionadas con las Ciencias en general y las propiamente STEM y se han efectuado análisis diferenciados, a partir de PISA 2015, sobre la relación entre esas expectativas en alumnos de 15 años edad, el rendimiento en Ciencias y la variable sexo, mediante análisis de covarianza, controlando la influencia del nivel socioeconómico y cultural (ISEC). Dichos análisis se han efectuado a nivel de España en su conjunto y de cada una de sus comunidades autónomas. Resultados. Los resultados obtenidos han permitido establecer empíricamente lo siguiente: una relativamente pequeña brecha de género en cuanto al rendimiento en Ciencias, una vez controlado el efecto del ISEC; una muy notable brecha de género en materia de expectativas profesionales STEM; la vinculación, particularmente en las chicas, entre vocaciones STEM y elevados rendimientos en Ciencias; y la diferente intensidad de la relación entre sexo y rendimiento por comunidad autónoma. Discusión. Dichos resultados se relacionan con evidencias anteriores, se presentan algunas de sus limitaciones y se efectúan recomendaciones en materia de enseñanza de las Ciencias en la educación secundaria.

**Palabras clave:** PISA; Género; STEM; Ciencias; Expectativas profesionales; Enseñanza Secundaria;

### [en] Science education and gender gap in Spain for 15 year old students. Secondary analyses from PISA 2015

**Abstract.** Introduction. In many countries women are underrepresented in different STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics areas and, however, are overrepresented in other fields, such as health, psychology or education. There is a consensus, when considering secondary education as a critical stage in which girls begin to distance themselves from science and mathematics. This study mainly proposes to deepen the relationship between the sex variable, the expectations of 15-year-old students of practicing STEM professions and the performance in Science in Spain, and raises some implications for scientific education. Methods. In this work, a distinction has been made between scientific vocations in general and STEM. Differentiated analyses have been carried out, from PISA 2015 data, on the relationship between expectations for the exercise of these professions in students of 15 years of age, performance in Sciences and sex variable. The influence of socioeconomic and cultural level, measured by the ESCS, has been controlled through the corresponding ANCOVAs. These analyses have been carried out at the level of Spain as a whole and of each of its autonomous communities. Results. The main results obtained are: a relatively small gender gap in Science performance, once the effect of ISEC is controlled; a very notable gender gap regarding STEM professional expectations; the association, especially in girls, between STEM professional expectations and Science performance; and the different intensity of the relationship between sex and performance by autonomous community. Discussion. These results have been related to previous evidence and the corresponding recommendations are proposed, particularly in the field of science education in secondary level.

**Keywords:** PISA; gender; STEM; sciences; professional expectations; secondary education.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Métodos. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. Recomendaciones. 6. Referencias bibliográficas.

<sup>1</sup> Universidad Camilo José Cela (España).  
E-mail: franciscolopezruperez@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Educación a Distancia (España)  
E-mail: evaexpositocasas@edu.uned.es

<sup>3</sup> Universidad Camilo José Cela (España).  
E-mail: isabel.garciagarcia@gmail.com

**Cómo citar:** López Rupérez, F., Expósito-Casas, E. y García García, I. (2021). Educación científica y brecha de género en España en alumnos de 15 años. Análisis secundarios de PISA 2015. *Revista Complutense de Educación*, 32(1), 1-14.

## 1. Introducción

La brecha de género se manifiesta en multitud de países en el sentido de que, a menudo, las mujeres están infrarrepresentadas en diferentes áreas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería o las matemáticas (STEM) y, sin embargo, están sobrerrepresentadas en otros campos profesionales y del saber, tales como el de la salud, la psicología o la educación (Baptista de Oliveira, Unbehau y Gava, 2019; Breda y Ly, 2012; National Science Foundation, 2007; OECD, 2017; The Economist, 2017; Weinberger, 2001). España presenta, en materia de estudios superiores, una situación similar. Así, y según los últimos datos publicados por la OECD (OECD, 2017), de entre todos los alumnos que eligen carreras STEM un 27% son chicas, cifra algo inferior al 30% correspondiente a la media de la OCDE.

Una abundante literatura ha profundizado sobre las bases científicas de este hecho empírico (Baye y Monseur, 2016; Breda y Ly, 2012; Hanson, 1996; Herman y Kopasz, 2019; Penner, 2015; Sainz Ibañez, 2017; Sainz Ibañez y Müller, 2017; Stoet y Geary, 2018; Suarez Valenzuela y Suarez Riveiro, 2019; UNESCO, 2017). Según Penner (2015), los factores empíricamente relevantes pueden agruparse en dos categorías: los de origen social, como el papel de los estereotipos (Olmedo-Torre et al., 2018), y los de naturaleza individual, como las preferencias personales. No obstante, y como advierte el propio Penner (2015), esas dos fuentes de influencia no son fácilmente separables. Además, el modelo elaborado por Cheryan, Ziegler, Montoya y Jiang (2017), explica la brecha de género en materia de STEM sobre la base de tres factores capitales: (a) una cultura masculina que apunta a un sentimiento de pertenencia para esas opciones que es inferior en el caso de las mujeres; (b) una experiencia previa insuficiente con la informática, la ingeniería y la física; y (c) una brecha en lo concerniente al sentimiento de autoeficacia.

Investigaciones precedentes (Alexakos y Antoine, 2003) han destacado algunos hechos, suficientemente probados, que podrían servir de base para diseñar, promover e implementar actuaciones tendentes a reducir la brecha de género en Ciencias. Así, se ha comprobado que la autoeficacia tiene una mayor influencia sobre el rendimiento en mujeres que en hombres (Fernández García, Torío-López, García-Pérez, Inda-Caro, 2019; Stage y Kloosterman, 1995); o que las alumnas, a igualdad de nota en matemáticas, tienen una probabilidad significativamente inferior a la de los alumnos de reconocer que son “buenas en matemáticas” (Bharadwaj, Giorgi, Hansen y Neilson, 2016); o que una enseñanza más centrada en el alumno beneficia más a las chicas que a los chicos (Hermann y Kopasz, 2019). Sin embargo, la influencia de las diferencias innatas en lo concerniente a habilidades cognitivas se ha considerado improbable a la luz de la investigación (Penner, 2015).

Por otra parte, se ha evidenciado que las chicas que logran altos niveles de rendimiento y actitudes positivas hacia el estudio tienen amigos que, muy probablemente, están también interesados en el estudio. Es un hecho establecido a partir de estudios meta-analíticos que la influencia de los iguales (*peer effect*) se sitúa entre los factores con mayor impacto sobre el rendimiento escolar (Hattie, 2003). Pero análisis efectuados desde la perspectiva de género han establecido que el apoyo de los iguales en materia de aprendizaje escolar tiene un efecto mayor en las chicas que en los chicos (Hanson, 1996).

Otro de los factores que se han revelado francamente relevantes en cuanto al éxito en Ciencias es el papel de las madres y de sus expectativas. Así, las chicas que tienen éxito en las ciencias tienden a tener madres con elevadas expectativas educativas y que se preocupan de los progresos escolares de sus hijas (Hanson, 1996). En esta misma línea, la mentoría entre mujeres (Peña Carrera, Olmedo-Torre, López-Beltrán y Sanz Gómez, 2018) se ha revelado, asimismo, importante. Además, del trabajo de Oakes (1990) se infieren tres canales de influencia sobre los que actuar para reducir la brecha de género en la educación científica: las oportunidades de aprender, la mejora del rendimiento y la decisión de las alumnas de continuar estudiando Ciencias.

Si, de conformidad con las evidencias disponibles (Oakes, 1990; Penner, 2015), la educación secundaria constituye una etapa crucial en la que se inicia el distanciamiento de las chicas con respecto a las ciencias y a las matemáticas, el tratamiento educativo asociado a la enseñanza de las Ciencias en dicha etapa podría desempeñar un papel relevante a la hora de contribuir a la reducción de la brecha de género en etapas formativas posteriores, cuyo impacto sobre la educación superior y, consiguientemente, sobre el mercado laboral en el contexto de la llamada “cuarta revolución industrial” (Shwab, 2016) ha sido destacado, entre otros, por la OCDE a propósito de PISA 2015 (OECD, 2016a).

A la vista de los antecedentes descritos, el presente trabajo parte de la formulación de las siguientes preguntas de investigación:

- a) ¿Están asociadas la variable sexo y la expectativa de ejercer, en el futuro, una carrera relacionada con las Ciencias con el rendimiento en Ciencias de los estudiantes españoles de 15 años de edad?
- b) ¿Intervienen el género y las expectativas profesionales propiamente STEM, en la explicación de las diferencias de rendimiento en Ciencias de los estudiantes españoles de 15 años de edad?

- c) ¿Cuál es la magnitud de la brecha de género en materia de expectativas de ocupaciones futuras STEM entre los adolescentes españoles?
- d) ¿Qué consecuencias podrían derivarse de lo anterior para la enseñanza de las Ciencias en España?

## 2. Métodos

### 2.1. Muestra

El presente estudio realiza un análisis secundario a partir de los datos de España en PISA 2015. PISA utiliza un muestreo estratificado en dos etapas. En la primera etapa las unidades de muestreo son las escuelas con estudiantes de 15 años de edad. Las escuelas se seleccionan sistemáticamente a partir de una lista nacional completa de todas las escuelas elegibles, con probabilidad de selección proporcional al número de estudiantes de 15 años matriculados en el centro (Probabilidad Proporcional al Tamaño (PPS)). Antes del muestreo, cada una de las escuelas es asignada a grupos mutuamente excluyentes basados en características escolares (estratos explícitos). En la muestra española, las variables consideradas en la estratificación son Comunidad Autónoma, titularidad, tamaño de la escuela y modalidad de enseñanza en el País Vasco. En la segunda etapa, las unidades de muestreo son los estudiantes de 15 años de las escuelas incluidas en la muestra seleccionada en la primera etapa (OCDE, 2015). Así, se ha considerado, por un lado, la muestra representativa para el conjunto de la población española, compuesta por 6736 estudiantes de 15 años; y, por otro, las diecisiete muestras ampliadas correspondientes a cada comunidad autónoma y estadísticamente representativas de sus respectivas poblaciones escolares (ver Tabla 1).

Tabla 1. Tamaño de la muestra, distribución por género y Comunidad Autónoma

	<b>Género</b>	<b>N</b>
Muestra Española	Mujer	3404
	Hombre	3332
Andalucía	Mujer	920
	Hombre	893
Aragón	Mujer	832
	Hombre	966
Asturias	Mujer	874
	Hombre	916
Balears	Mujer	881
	Hombre	916
Canarias	Mujer	916
	Hombre	926
Cantabria	Mujer	961
	Hombre	963
Castilla y León	Mujer	933
	Hombre	925
Castilla– La Mancha	Mujer	953
	Hombre	936
Cataluña	Mujer	855
	Hombre	914
Extremadura	Mujer	869
	Hombre	940
Galicia	Mujer	937
	Hombre	928
La Rioja	Mujer	710
	Hombre	751
Madrid	Mujer	897
	Hombre	911
Murcia	Mujer	897
	Hombre	899
Navarra	Mujer	900
	Hombre	974
País Vasco	Mujer	1829
	Hombre	1783
Valencia	Mujer	797
	Hombre	828

## 2.2 Variables

En el presente estudio se han analizado las siguientes variables:

- “Expectativa de ejercer una profesión relacionada con las Ciencias a la edad de 30 años”, medida a partir de los resultados obtenidos en el cuestionario de alumnos ST114 (PISA, 2016a) y expresada como porcentaje de síes de los ítems correspondientes a profesiones relacionadas con las Ciencias en general.
- “Expectativa de ejercer profesiones STEM”, para cuya medida –expresada como porcentajes de síes– se han considerado las profesiones propiamente STEM y excluido las correspondientes a las Ciencias de la Salud<sup>4</sup>.
- “Sexo”, medida a partir del cuestionario para estudiantes ST004 (ST004Q01TA)
- “Rendimiento en Ciencias” medido a partir de las puntuaciones globales de los alumnos en la prueba de Ciencias (184 ítems).
- Índice socioeconómico y cultural (ISEC) obtenido por PISA a partir del cuestionario de los alumnos.

## 2.3. Instrumentos de recogida de información y análisis de datos

Las variables que han resultado de interés en el presente estudio han sido medidas a través de las pruebas de competencia científica de PISA 2015 y de los cuestionarios de contexto para estudiantes (OECD, 2016b).

La aproximación metodológica empleada ha sido el análisis de covarianza (ANCOVA). Ello nos ha permitido controlar el efecto significativo del Índice de nivel Socio Económico y Cultural (ISEC) sobre el rendimiento y analizar, en tal supuesto, la influencia de los factores género y expectativa de ejercer una profesión relacionada con las Ciencias, y género y expectativa de ejercer profesiones STEM, así como su interacción.

En esta primera aproximación, se ha utilizado la variable “expectativa de ejercer una profesión relacionada con las Ciencias” con las cinco categorías que incluía<sup>5</sup> el indicador original (OECD, 2016b). Este modelo ha sido aplicado, en primer lugar, a la muestra de España en su conjunto y, a continuación, a cada una de sus diecisiete comunidades autónomas.

Habida cuenta de la importancia económica y para el empleo futuro de las profesiones STEM propiamente dichas (CEDEFOP, 2016; Langdon, Mckittrick, Beede, Khan y Doms, 2011; Randstad Research, 2016), se ha procedido a replicar el anterior análisis de covarianza utilizando, en este caso, la variable “expectativa de ejercer profesiones STEM” con dos únicas categorías (STEM/ no STEM). Se incluyen en la categoría STEM las siguientes opciones del antes referido cuestionario: profesionales de la ciencia y la ingeniería incluidas las matemáticas; profesionales de las tecnologías de la información y la comunicación; y profesionales relacionados con las ciencias y técnicos asociados.

## 3. Resultados

### 3.1. La variable sexo, el rendimiento en ciencias y las expectativas profesionales relacionadas con las Ciencias.

#### 3.1.1 Resultados para el conjunto de España

Cuando se centra, en primer lugar, la atención en los resultados obtenidos para el conjunto de la muestra española, se advierte la existencia de una asociación estadísticamente significativa de las variables sexo y expectativas profesionales relacionadas con las Ciencias y un efecto conjunto debido a su interacción, lo que refleja que la influencia de la variable sexo de los alumnos sobre el rendimiento en Ciencias es diferente para las distintas opciones de previsión de su futuro profesional (Tabla 2).

El Índice Socioeconómico y Cultural (ISEC), introducido como covariable en el modelo, también tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en ciencias (Tabla 2), en coherencia con los resultados de los análisis efectuados por los autores en estudios previos (López Rupérez, García García y Expósito-Casas, 2018a).

<sup>4</sup> Las profesiones STEM incluyen las categorías 21 (Profesionales de la Ciencia y la Ingeniería), 25 (Profesionales de las TIC) y 31 (Profesionales de nivel medio de la Ciencia y la Tecnología) de la Clasificación Internacional Ocupacional Uniforme ISCO-08.

<sup>5</sup> Science and engineering professionals, Health professionals, ICT professionals, Science technicians and associate professionals, Non-scientific profession.

Tabla 2. Parámetros estadísticos correspondientes a las pruebas de los efectos inter-sujetos referidas al ANCOVA correspondiente

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1155308971	10	115530897.1	20854.58	.0
Intersección	22079389474	1	22079389474	3985569.87	.0
ISEC	591333605.7	1	591333605.7	106742.15	.0
Carrera Ciencias	308638743.6	4	77159685.89	13928.16	.0
Sexo	50020.97	1	50020.97	9.03	0.003
Carrera Ciencias* Sexo	10836319,75	4	2709079.94	489.02	.0
Error	4177864676	754150	5539.83		
Total	1,89803E+11	754161			
Total corregida	5333173647	754160			

Fuente: Elaboración propia

Como se ha señalado en estudios anteriores efectuados sobre la misma muestra española, la variable sexo del estudiante ha resultado ser un predictor significativo del rendimiento en Ciencias sin controlar el efecto del ISEC (Rodríguez-Mantilla, Fernández-Díaz y Jover Olmeda, 2018).

Tras observar la existencia de diferencias estadísticamente significativas (Tabla 2), se presentan en la Tabla 3 los resultados obtenidos en nuestro estudio para la relación entre expectativas profesionales relacionadas con las Ciencias y rendimiento en Ciencias, por sexo, una vez controlado el efecto del ISEC. La media global resultante para las mujeres en el área de Ciencias (489.87 puntos PISA) se sitúa por debajo de la de los hombres (499.25) en 9.38 puntos PISA.

Tabla 3. Resultados de la relación entre opciones vocacionales relacionadas con las ciencias y rendimiento en Ciencias por sexo, una vez controlado el efecto del ISEC.

Expectativa de futuro profesional	Sexo	Media en ciencias	Porcentaje
Profesión No Científica	Mujer	477.52	35.7%
	Hombre	479.96	34.6%
Profesionales de la Ciencia y la Ingeniería	Mujer	548.74	3.5%
	Hombre	562.06	8.2%
Profesionales de la salud	Mujer	510.09	9.9%
	Hombre	537.82	3.5%
Profesionales de las TIC	Mujer	520.33	0.4%
	Hombre	497.56	3.5%
Técnicos en Ciencia y profesionales asociados	Mujer	531.33	0.3%
	Hombre	497.58	0.4%
Total	Mujer	489.87	49.8%
	Hombre	499.25	50.2%

Fuente: Elaboración propia

En dicha tabla se aprecia que, las mujeres que eligen la opción “Técnicos en Ciencia y profesionales asociados” (531.33 puntos PISA) superan a los hombres que también eligen este grupo profesional (497.58). La misma relación observamos en “Profesionales de las TIC” con una media para las mujeres de 520.33 puntos frente a los 497.56 obtenidos por los hombres.

La columna de porcentajes de la Tabla 3 revela diferentes hechos relevantes con respecto al fenómeno de la brecha de género en materia de opciones profesionales futuras. En primer lugar, dicha brecha no se da para las profesiones no científicas y las mujeres están, además, claramente sobrerrepresentadas en las opciones del área de la salud. En segundo lugar, la brecha se hace muy notoria para la opción “Profesionales de la Ciencia y la Ingeniería” y, en especial, para la de “Profesionales de las TIC”. Sin embargo, la brecha disminuye considerablemente para la opción

“Técnicos en Ciencia y profesionales asociados”. Si bien es cierto que ese sesgo en la extensión de la muestra, en favor de los chicos, podría explicar, en parte, la ventaja comparativa de las chicas en cuanto a puntuaciones en las dos primeras opciones de este segundo grupo, no lo es menos que en el caso de la tercera opción, para la cual el sesgo es, en términos relativos, mucho más pequeño, la ventaja de las chicas en Ciencias sigue siendo apreciable.

La Figura 1 ilustra, de un modo gráfico, la tabla anterior y advierte de la atracción que ejercen las profesiones relacionadas con la salud sobre los chicos con relativamente buenos resultados en ciencias.

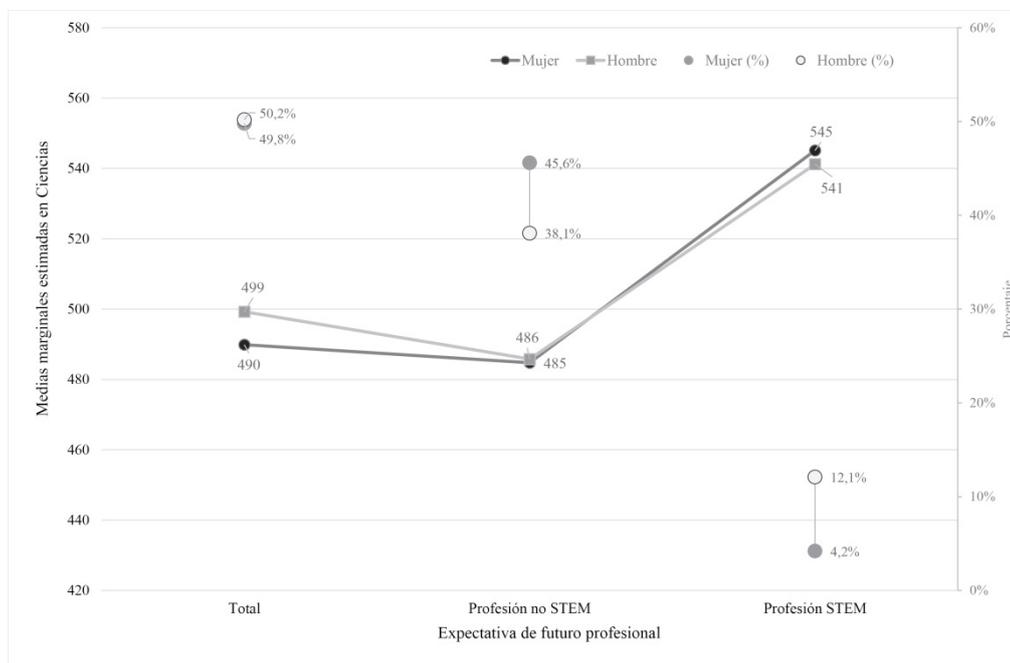


Figura 1. Medias marginales estimadas vs. opciones vocacionales por sexo

Sin embargo, de las cuatro opciones vocacionales relacionadas con las Ciencias, esa opción de futuro profesional es situada en el último lugar para las chicas por orden de sus puntuaciones en Ciencias, una vez controlado el efecto del ISEC.

### 3.1.2 Resultados correspondientes a las comunidades autónomas

Los resultados obtenidos de los análisis desagregados por comunidad autónoma, mediante la aplicación del mismo modelo empleado para la muestra del conjunto de España, se presentan en la Tabla 4. Llama la atención las variaciones observables entre las distintas comunidades autónomas. Así, la fuerza de la relación entre la variable dependiente –rendimiento en Ciencias– y las independientes –expectativa de ejercer profesiones relacionadas con las Ciencias, sexo e interacción entre ambas–, una vez controlado el efecto del ISEC ( $R^2$ ), es más intensa ( $R^2 > .20$ ) en Andalucía, Asturias, Canarias, Cataluña, Madrid, Murcia y la Comunidad Valenciana; y lo es menos ( $R^2 < .15$ ) para Baleares, Castilla y León y Galicia. Asimismo, destaca el hecho de que la variable sexo no tenga, por sí sola, impacto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en Ciencias en las comunidades autónomas de Aragón, Baleares, Cantabria, Castilla la Mancha, Extremadura, Galicia, La Rioja, Navarra y País Vasco. En todas estas, la fuerza conjunta de la asociación de sexo y expectativa de ejercer una profesión relacionada con las Ciencias con el rendimiento en Ciencias es significativa, así como la intensidad de la asociación de esta última variable considerada aisladamente.

Tabla 4. Resultados principales de los diferentes ANCOVAS desagregados por comunidad autónoma. Intensidad de la relación y significación estadística de las variables independientes y de la covariable

Resumen ANCOVA por CC.AA					
CC. AA	R <sup>2</sup> (%)	ISEC	Carrera Ciencias	Sexo	Carrera ciencias* Sexo (interacción)
Andalucía	23.1	✓	✓	✓	✓
Aragón	18.2	✓	✓		✓
Asturias	24.3	✓	✓	✓	✓
Baleares	14.6	✓	✓		✓
Canarias	20.2	✓	✓	✓	✓
Cantabria	19.2	✓	✓		✓
Castilla y León	13.9	✓	✓	✓	✓
Castilla la Mancha	19	✓	✓		✓
Cataluña	21.4	✓	✓	✓	✓
Extremadura	19.2	✓	✓		✓
Galicia	14.9	✓	✓		✓
La Rioja	19.8	✓	✓		✓
Madrid	22.4	✓	✓	✓	✓
Murcia	27.1	✓	✓	✓	✓
Navarra	19.3	✓	✓		✓
País Vasco	16.5	✓	✓		✓
Valencia	20.8	✓	✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. La variable sexo, el rendimiento en ciencias y la expectativa de ejercer profesiones STEM

#### 3.2.1 Resultados para el conjunto de España

Cuando se centra la atención en los resultados obtenidos para la muestra global de España, se observa la existencia de un efecto estadísticamente significativo de los factores sexo y expectativa de ejercer profesiones STEM, así como un efecto conjunto debido a su interacción. La covariable (ISEC) introducida en el modelo también tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en ciencias (Tabla 5).

Tabla 5. Parámetros estadísticos correspondientes a las pruebas de los efectos inter-sujetos referidas al ANCOVA correspondiente

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1021249786	4	255312446.4	44654.18	.0
Intersección	86256062763	1	86256062763	15086195.71	.0
ISEC	685120567.6	1	685120567.6	119827.67	.0
Sexo	84361.43	1	84361.43	14.75	.0
VocaciónSTEM	189348414.7	1	189348414.7	33117.06	.0
Sexo*VocaciónSTEM	69034.49	1	69034.49	12.07	.0
Error	4311923862	754156	5717.55		
Total	1,89803E+11	754161			
Total corregida	5333173647	754160			

Fuente: Elaboración propia

Tras el ANCOVA efectuado, se muestran en la Tabla 6 los resultados de la relación entre la opción profesional STEM/no STEM y el rendimiento en Ciencias, por sexo, tras controlar el efecto del ISEC. De su análisis se infieren los siguientes resultados empíricos relevantes para la muestra española:

- El porcentaje de adolescentes de 15 años con expectativas de ejercer profesiones STEM a los 30 años es escaso (16,3%).
- La magnitud de la brecha de género, en contra de las mujeres, en relación con dicha opción profesional es muy importante (4.2 % para las chicas vs. 12.1 % para los chicos).
- Como sucedía en el caso de las opciones profesionales relacionadas con las Ciencias en general, las mujeres que optan por profesiones STEM presentan una media mayor (545.13) que los hombres cuyas expectativas futuras se centran en estas mismas profesiones (541.21).

Tabla 6. Resultados de la relación entre la opción profesional STEM/no STEM y el rendimiento en Ciencias, por sexo, una vez controlado el efecto del ISEC

Sexo		Media en Ciencias	Desviación típica	Porcentaje
Mujer	No STEM	484.75	80.12	45.6%
	STEM	545.13	70.10	4.2%
	Total	489.87	81.08	49.8%
Hombre	No STEM	485.81	83.97	38.1%
	STEM	541.21	81.67	12.1%
	Total	499.25	86.73	50.2%
Total	No STEM	485.23	81.89	83.7%
	STEM	542.22	78.87	16.3%
	Total	494.57	84.09	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Resultan también de aplicación aquí los razonamientos efectuados más arriba a partir de los datos desagregados. La Figura 2 ilustra, de un modo gráfico, los principales resultados de la Tabla 6.

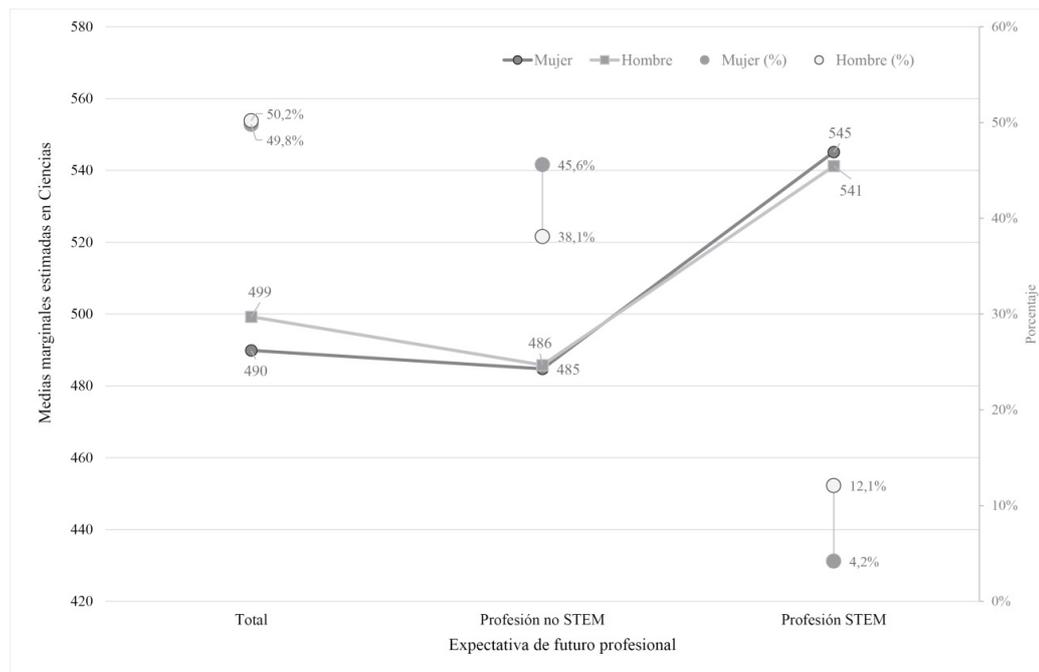


Figura 2. Medias marginales estimadas vs. opciones vocacionales STEM /no STEM por sexo

Por otra parte, de la comparación entre las tablas 5 y 6 cabe subrayar la considerable desproporción que existe entre la brecha de género en cuanto al rendimiento en Ciencias que es relativamente pequeño (9,38 puntos PISA o un 2% aproximadamente) y la brecha de género en materia de expectativas profesionales STEM (7,9 puntos porcentuales y una proporción de 3 a 1 aproximadamente). Con las limitaciones que pueden atribuirse al carácter grueso de esta aproximación, ello pone de manifiesto la existencia de un efecto amplificador preocupante cuyas causas y cuyo tratamiento, desde la educación científica, serán objeto de atención más adelante.

### 3.2.2 Resultados correspondientes a las comunidades autónomas

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis desagregado por comunidad autónoma. En ella llaman igualmente la atención las variaciones observables en la aplicación del modelo a cada una de las distintas comunidades autónomas. En concreto, destaca que la variable sexo, por sí sola, no tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento en ciencias en las comunidades autónomas de Andalucía, Asturias, Baleares, Canarias, Cantabria, Castilla y León, Castilla La Mancha, Extremadura, Galicia, País Vasco y Valencia. No obstante, en Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla La Mancha, Extremadura, Galicia, País Vasco y Valencia, el efecto conjunto de sexo y expectativa de ejercer profesiones STEM, es significativo, así como el efecto de esta última variable considerado aisladamente, pero no lo es por sí solo el de la variable sexo.

Tabla 7. Resultados principales de los diferentes ANCOVAS desagregados por comunidades autónomas. Intensidad de la relación y significación estadística de las variables expectativa de ejercer profesiones STEM, sexo y la interacción de ambas y del ISEC como covariable

Resumen ANCOVA por CC.AA					
CC. AA	R <sup>2</sup> (%)	ISEC	Expectativa profesiones STEM	Sexo	Expectativa profesiones STEM* Sexo (interacción)
Andalucía	19.3	✓	✓		✓
Aragón	16.6	✓	✓	✓	✓
Asturias	21.1	✓	✓		✓
Baleares	13.2	✓	✓		
Canarias	17.4	✓	✓		✓
Cantabria	15.7	✓	✓		
Castilla y León	11.9	✓	✓		
Castilla la Mancha	15.3	✓	✓		✓
Cataluña	20	✓	✓	✓	✓
Extremadura	16.1	✓	✓		✓
Galicia	12.6	✓	✓		✓
La Rioja	18	✓	✓	✓	✓
Madrid	19.6	✓	✓	✓	✓
Murcia	22.9	✓	✓	✓	
Navarra	17.8	✓	✓	✓	
País Vasco	13.9	✓	✓		✓
Valencia	17.2	✓	✓		✓

Fuente: Elaboración propia

En Baleares, Cantabria y Castilla y León, no se ha observado efecto significativo de la variable sexo ni de la interacción Sexo\*expectativa de ejercer profesiones STEM, aunque si se observa efecto aislado de las expectativas profesionales. Aragón, Cataluña, La Rioja, Madrid, Murcia y Navarra son comunidades autónomas en las cuales, por el efecto estadísticamente significativo de la variable sexo, resultan de aplicación preferente las políticas y las prácticas efectivas destinadas a la reducción de la brecha de género en Ciencias.

Uno de los casos más destacables a este respecto es el de la Comunidad de Madrid, en donde se observa con gran claridad una relación inversa en los rangos bajos de puntuación y en los altos, a consecuencia de este efecto de interacción entre la expectativa de profesiones STEM y el género; es decir, las mujeres sin expectativas STEM, ob-

tienen una puntuación más baja (502.7 puntos PISA) que la de sus compañeros varones con las mismas preferencias vocacionales (511.7), situación inversa a la observada cuando nos situamos ante los estudiantes que manifiestan su interés por profesiones STEM, con una media para las chicas de 562.8 puntos frente a los 549.03 puntos de los chicos. Este resultado viene a sugerir, de nuevo, la posibilidad de que, operando sobre aquellos factores que mejoran el rendimiento en ciencias particularmente de las chicas, se viera incrementada la proporción de éstas que se decantaría por opciones STEM.

#### 4. Discusión

El presente trabajo ha aportado para España y sus comunidades autónomas tres elementos principales de diagnóstico empírico: a) la existencia de una cierta brecha de género en cuanto al rendimiento en Ciencias –medido por PISA 2015–, una vez controlado el efecto del ISEC, que resulta sin embargo francamente relevante en materia de expectativas profesionales sobre ocupaciones STEM; b) la vinculación, particularmente en las chicas, entre expectativas STEM y elevados rendimientos en Ciencias; y c) la diferente intensidad de la relación entre sexo y rendimiento por comunidad autónoma.

Aun cuando está empíricamente documentado que la brecha de género –entendida aquí como diferencias hombre-mujer– en las puntuaciones obtenidas en pruebas puede variar apreciablemente entre países (Jackman et al, 2019), nuestros hallazgos empíricos alinean a España con el comportamiento promedio de los países de la OCDE. El valor relativamente pequeño de la brecha de género observado, una vez controlado el efecto del ISEC, se reduce a una diferencia no significativa cuando se prescinde de ese efecto y se toman en consideración los datos más recientes del rendimiento en Ciencias correspondientes a la edición de 2018 (Ministerio de Educación y Formación profesional, 2019). Sin embargo, y como han señalado Baye y Monseur (2016) “las diferencias de género con respecto a la tendencia central pueden ser engañosas porque lo que se observa en las colas extremas de la distribución puede ser bastante diferente de lo que se observa en los índices centrales de tendencia” (p.12).

En todo caso y sin perjuicio de las anteriores limitaciones, de la comparación entre medias de nuestros resultados parece inferirse una amplificación significativa del efecto de la variable sexo al recorrer el camino que va de la brecha de género en materia de rendimiento en Ciencias a la brecha de género en materia de expectativas profesionales STEM. En este mismo orden de ideas, cabe subrayar que, como ha mostrado la OCDE sobre una base empírica, existe una diferencia sistemática entre la percepción de los alumnos sobre su futuro profesional en el área STEM, medida por PISA, y la realidad de los estudios superiores que finalmente emprenden, en contra de la segunda. En el caso de España dicha diferencia ha resultado ser de 9 puntos porcentuales (OECD, 2017). Probablemente, Algo se tuerce para muchas chicas, entre la ESO (Educación Secundaria Obligatoria) y la elección de carrera, que les hace cambiar su opción. Resulta plausible suponer que el tránsito de la ESO al Bachillerato –o a la FP (Formación Profesional) de grado medio– es decisivo a este respecto. Ello revaloriza presumiblemente el papel de las políticas enfocadas a mejorar nuestro sistema de orientación profesional (Consejo Escolar de la Comunidad de Madrid, 2011) y abre la puerta a la realización de posteriores estudios que permitan analizar con detalle los mecanismos causales de ese fenómeno de amplificación identificado en nuestro trabajo.

Los factores relativos a la definición de lo vocacional, por un lado, y a la cuestión de la autoeficacia, por otro, constituyen aspectos interrelacionados que son relevantes en la explicación de la brecha de género en materia de expectativas profesionales STEM. De acuerdo con la SCCT (*Social cognitive career theory*) –desarrollada por Lent, Brown y Hackett (1994) sobre la base de los trabajos previos de Bandura (1986) y validada en trabajos posteriores (Lent, Brown, y Hackett, 2002)–, expectativas de autoeficacia, experiencias de aprendizaje y expectativas de resultados constituyen tres elementos centrales que, junto con sus interrelaciones, dirigen el desarrollo vocacional. Como han señalado Carbonero y Merino (2004; p.229) “Los pensamientos de eficacia vocacional juegan un papel más determinante que los propios intereses y las capacidades en la consideración restrictiva que las mujeres ponen de manifiesto cuando realizan sus elecciones profesionales”. Este planteamiento sugiere algunos mecanismos de intervención desde la educación científica que contribuyan al incremento de la autoeficacia, particularmente en las chicas.

Cabe ahora retomar la cuestión del rendimiento en Ciencias y su posible papel en la explicación de la brecha de género (Oakes; 1990). Al margen de los posibles sesgos asociados a las diferencias en el tamaño de los grupos que corresponden a las distintas opciones profesionales relacionadas con las Ciencias, según se trate de chicos o de chicas, lo cierto es que las chicas que eligen esas opciones puntúan notablemente por encima de la media de su grupo (mujer) lo que no es el caso de los chicos, con excepción hecha de la opción de Profesionales de la salud (véase la Tabla 3). Esta circunstancia sería compatible con la influencia del rendimiento en Ciencias como factor explicativo de la brecha de género en cuanto opciones profesionales relacionadas con las Ciencias contenido en el modelo de Cheryan et al. (2017) antes referido y se alinearía, asimismo, con la SCCT y con el papel central que se atribuye a las expectativas de resultados y a sus efectos sobre intereses, elección de metas y elección de acciones en el modelo causal de la SCCT (Lent, Brown y Hackett, 2002). A la luz de los resultados anteriores, un elevado rendimiento en Ciencias sería, cuando menos, una condición necesaria para las mujeres a la hora de elegir opciones profesionales científico-tecnológicas. Esta circunstancia abre una puerta a la posibili-

dad fundada de estimular una transferencia de chicas hacia las opciones de futuro profesional STEM, operando para ello sobre políticas y prácticas educativas que mejoren su rendimiento en Ciencias (López Rupérez, García García y Expósito-Casas, 2018b).

El tercero de los hallazgos empíricos de nuestro trabajo sugiere la oportunidad de poner en marcha esas políticas y prácticas educativas en la enseñanza secundaria que pueden contribuir a la reducción de la influencia de la variable sexo –y, por tanto, de la brecha de género– en materia de educación científica particularmente en las comunidades autónomas de Andalucía, Asturias, Canarias, Castilla y León, Cataluña, Madrid, Murcia y la Comunidad Valenciana para las que se ha puesto de manifiesto una asociación más intensa (Tabla 4).

Finalmente, y más allá del enfoque anterior centrado en la persona, cabe efectuar una reflexión que alude a los intereses generales y a su vinculación con la dimensión económica de la brecha de género en las vocaciones STEM. Y es que, como han señalado Breda y Ly (2012), sobre la base de la evidencia empírica disponible, la corrección de estas diferencias de género abre la puerta no solo a la disminución de una parte significativa de las diferencias entre hombres y mujeres en cuanto al sueldo de los graduados (Brown y Cororan, 1997; Hunt, Garant, Herman y Munroe, 2012; Weinberger, 1999) sino que, además, se podría evitar con ello una reducción de la productividad agregada como consecuencia de una asignación errónea del talento (Weinberger, 2002).

Uno de los desafíos, en concreto de España y de sus comunidades autónomas, en materia de progreso económico y social pivota sobre su capacidad para incrementar, en las próximas décadas, el porcentaje de titulados superiores en enseñanzas STEM (Cavero Clerencia y Ruiz Quejido, 2017). Existe una manera –probablemente muy eficiente, habida cuenta de las actitudes diferenciales a favor de las chicas en su grado de aplicación en los estudios (Jackman, Morrain-Webb y Fuller, 2019) – de generar ese incremento necesario que consiste en elevar la contribución de las mujeres a dicho porcentaje y facilitar, de un modo más amplio que en la actualidad, el desarrollo de las potencialidades científico-tecnológicas de esa otra mitad de la población.

Se ha observado que en países con inferior nivel de desarrollo y menor nivel de igualdad de género existe una inferior diferencia entre hombres y mujeres en materia de STEM que se ha podido atribuir a las “presiones de calidad de vida” vinculadas a los superiores salarios de que se benefician ese tipo de profesiones (Stoet y Geary, 2018). En los países ricos, sin embargo y como ha razonado Khazan (2018, p. 2), “(...) no es que la igualdad de género desanime a las chicas a proseguir en pos de la ciencia. Es que ello les permite no hacerlo si no están interesadas”. Y es que las chicas suelen disponer de la libertad de perseguir otras alternativas profesionales, basadas en sus propias fortalezas, sin preocuparse demasiado de los salarios.

A la vista de estos razonamientos, uno de los retos que se plantean, desde el punto de vista de las políticas y de las prácticas educativas, consiste, pues, en lograr que el área de las STEM se sitúe entre las fortalezas académicas de las chicas –cuando menos al mismo nivel que el de los chicos–, lo cual está al alcance de la mano si se ordenan correctamente las actuaciones hacia el logro de dicho objetivo.

## 5. Recomendaciones

A hora de dotar a nuestro estudio de una cierta proyección aplicada, se presenta la limitación no menor derivada del hecho de que los análisis estadísticos efectuados no permiten definir, sin ambigüedad, conexiones causales entre las variables empleadas, y, en particular, entre rendimiento y brecha de género en cuanto a expectativas profesionales STEM, en España y sus comunidades autónomas. Ello sugiere el desarrollo de posteriores análisis que permitan salvar esta limitación metodológica. No obstante lo anterior, cuando se consideran nuestros resultados junto con esa muestra significativa de evidencias acumuladas en la literatura, más arriba citada, es posible articular un conjunto de recomendaciones que, cuando menos, sean compatibles con los resultados de nuestro trabajo y de esas otras evidencias. Tales recomendaciones se presentan a continuación:

- a) Enfocar la enseñanza de las Ciencias de modo que se faciliten los “aprendizajes profundos” caracterizados por un elevado nivel de comprensión de los fenómenos, de su base conceptual y teórica, de sus mecanismos causa-efecto, de su significado y, consiguientemente, de la transferibilidad (National Research Council, 2012; López Rupérez, García García y Expósito-Casas, 2018b) cuyo impacto sobre la eficacia de los aprendizajes ha sido establecido (Sawyer, 2008).
- b) Promover situaciones de aprendizaje científico de carácter cooperativo que faciliten la interacción entre iguales (*peer effect*) y sus efectos positivos diferenciales sobre las chicas (Hanson, 1996).
- c) Promover situaciones de aprendizaje científico personalizado que se han revelado particularmente eficaces (López López, 2006), y de las cuales las chicas parecen sacar más partido que los chicos (Hermann y Kopasz, 2019).
- d) Promover la implicación parental, en especial de las madres, en la escolaridad de las alumnas en el área de las Ciencias, en el marco de unas relaciones positivas familia-escuela (Consejo Escolar del Estado, 2014).
- e) Atender las necesidades específicas de orientación de las alumnas, en el marco de una concepción reforzada de la orientación profesional para todos, mediante fórmulas de intervención de eficacia probada (Carbonero y Marino, 2004; Martínez y Valls, 2006).

## 6. Referencias bibliográficas

- Alexakos, K. y Antoine, W. (2003). The Gender Gap in Science Education. Strategies to encourage female participation in science. *Science teacher* (Normal, Ill.) January 2003.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Baptista de Oliveira, E.R., Unbehaum, S. y Gava, T. (2019). STEM Education and Gender: A Contribution to Discussion in Brazil. *Cad. Pesqui*, 49(171), 130-159. DOI: <https://doi.org/10.1590/198053145644>
- Baye, A. y Monseur, C. (2016). Gender differences in variability and extreme scores in an international context. *Large-scale Assessments in Education*, 4(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40536-015-0015-x>
- Bharadwaj, P., De Giorgi, G., Hansen, D. y Neilson, C.A. (2016). The Gender Gap in Mathematics: Evidence from Chile. *Economic Development and Cultural Change*, (65). 141-166.
- Breda, T. y Ly, S.T. (2012). *Do Professors Really Perpetuate the Gender Gap in Science? Evidence from a Natural Experiment in a French Higher Education Institutions*. London Centre for the Economics of Education, London School of Economics. Recuperado de <http://cee.lse.ac.uk/ceedps/ceedp138.pdf>
- Brown, C. y Cororan, M. (1997). Sex-Based Differences in School Content and the Male Female Wage Gap. *Journal of Labor Economics*, 431-65.
- CEDEFOP (2016). *Skill Shortage and Surplus Occupations in Europe*. Thessaloniki: European Centre for the Development of Vocational Training. Recuperado de <http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/skillstheme/matching-skills-and-jobs>
- Carbonero, M.A. y Merino, E. (2004). Autoeficacia y madurez vocacional. *Psicothema*, 16(2), 229-234.
- Cavero Clerencia, J. M. y Ruiz Quejido, D. (2017). *Educación para la innovación y el emprendimiento: una educación para el futuro. Recomendaciones para su impulso*. Real Academia de Ingeniería. Madrid. Recuperado de [http://www.raing.es/sites/default/files/EDUCACION\\_PARA\\_INNOVACION\\_Web.pdf](http://www.raing.es/sites/default/files/EDUCACION_PARA_INNOVACION_Web.pdf).
- Cheryan, S., Ziegler, S.A., Montoya, A.K. y Jiang, L. (2017). Why Are Some STEM Fields More Gender Balanced Than Others? *Psychological Bulletin*, 143(1), 1-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.1037/bul0000052>.
- Consejo Escolar de la Comunidad de Madrid (2011). *Informe 2011 sobre la situación de la Enseñanza no Universitaria en la Comunidad de Madrid*. Madrid: Consejería de Educación y Empleo.
- Consejo Escolar del Estado (2014). *La participación de las familias en la educación escolar*. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid.
- Fernández García, M.C., Torío-López, S., García-Pérez, O. y Inda-Caro, M. (2019). Parental Support, Self-Efficacy Beliefs, Outcome Expectations and Interests in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *Universitas Psychologica*, 18(2), 1-15. DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy18-2.psse>
- Hanson, S.L. (1996). *Lost Talent: Women in the Sciences*. Philadelphia: Temple University Press.
- Hattie, J. (2003). Teachers Make a Difference: What is the research evidence?. Australian Council for Educational Research Annual Conference on: Building Teacher Quality. October 2003, 1-17.
- Hermann, Z. y Kopasz, M. (2019). Educational policies and the gender gap in test scores: a cross-country analysis. *Research Papers in Education, Working Paper*. DOI: <https://doi.org/10.1080/02671522.2019.1678065>
- Hunt, J., Garant, J.P., Herman, H. y Munroe, D.J. (2012). *Why Don't Women Patent?* NBER Working Paper. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/6553131.pdf>
- Jackman, M., Morrain-Webb, J. y Fuller, C. (2019). Exploring gender differences in achievement through student voice: Critical insights and analyses. *Cogent Education*, 6(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2019.1567895>
- Khazan, O. (2018). *The More Gender Equality. The fewer Women in STEM*. The Atlantic, Feb 21. Recuperado de <https://www.theatlantic.com/science/archive/2018/02/the-more-gender-equality-the-fewer-women-in-stem/553592/>
- Langdon, D., Mckittrick, G., Beede, D., Khan, B. y Doms, M. (2011). *STEM: Good Jobs Now and for the Future*. Washington: U.S. Department of Commerce, Economics and Statistics administration. Recuperado de [http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinaljuly14\\_1.pdf](http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinaljuly14_1.pdf)
- López López, E. (2006). El Mastery Learning a la luz de la investigación educativa. *Revista de Educación*, 340, 625-665.
- López Rupérez, F., García García, I. y Expósito Casas, E. (2018a). *Eficacia, eficiencia y equidad educativas en las Comunidades Autónomas. Financiación pública y políticas de mejora*. Madrid: Universidad Camilo José Cela.
- López Rupérez, F., García García, I. y Expósito Casas, E. (2018b). *Pisa 2015 y las Comunidades Autónomas. Diagnósticos empíricos y políticas de mejora*. Madrid: Universidad Camilo José Cela.
- Lent, R. W., Brown, S. D. y Hackett, G. (1994). Toward a Unifying Social Cognitive Theory of Career and Academic Interest, Choice, and Performance [Monograph]. *Journal of Vocational Behavior*, 45, 79-122.
- Lent, R.W., Brown, S.D. y Hackett, G. (2002). Social cognitive career theory. *Career Choice and Development*, 4th edición, 750-754.
- Martínez, J.M. y Valls, F. (2006). La elección vocacional y la planificación de la carrera. Adaptación española del Self-Directed Search (SDS-R) de Holland. *Psicothema*, 18(1), 117-122.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2019). *PISA 2018. Informe español (Versión preliminar)*. Madrid: MEFP. Recuperado de [https://www.observatoriodelainfancia.es/ficherosoia/documentos/5943\\_d\\_InformePISA2018-Espana1.pdf](https://www.observatoriodelainfancia.es/ficherosoia/documentos/5943_d_InformePISA2018-Espana1.pdf)
- National Research Council (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Committee on Defining Deeper Learning and 21st Century Skills*, J.W. Pellegrino and M.L. Hilton, Editors. Board on Testing and Assessment and Board on Science Education, Division of Behavioural and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press. Recuperado de [https://www.nap.edu/login.php?record\\_id=13398&page=https%3A%2F%2Fwww.nap.edu%2Fdownload%2F13398](https://www.nap.edu/login.php?record_id=13398&page=https%3A%2F%2Fwww.nap.edu%2Fdownload%2F13398)
- National Science Foundation (2007). *Science and Engineering Degrees: 1966-2004*. NSF 07-307 January 2007. Recuperado de <https://cse.sc.edu/~buell/References/FederalReports/nsf07307degreesawarded.pdf>
- Oakes, J. (1990). *Lost Talent: The Underparticipation of Women, Minorities, and Disabled Persons in Science*. Santa Monica: Rand Corporation. Recuperado de <https://www.rand.org/pubs/reports/R3774.html>

- OCDE. (2015). *PISA 2015 Technical report. Sample design*. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/data/2015-technical-report/>.
- OECD (2016a). *PISA 2015. Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*. PISA. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- OECD (2016b). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. PISA, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD (2017). *Education at a Glance 2017: OECD Indicators*. Chapter C. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>
- Olmedo-Torre, N., Sánchez Carracedo, F., Salán Ballesteros, N. López, D., Perez-Poch, A. y López-Beltrán, M. (2018). Do Female Motives for Enrolling Vary According to STEM Profile? *IEEE Transactions on Education*, 61(4), 289-297. DOI: <https://doi.org/10.1109/TE.2018.2820643>
- Penner, A.M. (2015). Gender inequality in science. *Science*, 347(6219), 234-235. DOI: <https://doi.org/10.1126/Science.aaa3781>
- Peña Carrera, M., Olmedo-Torre, N., López-Beltrán, M. y Sanz Gómez, M. (2018). t'STEAM: Acompañar la vocación tecnológica en mujeres de secundaria. *Revista CIDUI* 2018. Recuperado de <https://www.cidui.org/revistacidui>. ISSN: 2385-6203
- Randstad Research (2016). La digitalización: ¿crea o destruye empleo? Madrid: Randstad Research. Recuperado de <https://research.randstad.es/wpcontent/uploads/2017/05/randstadinformeflexibility201ppdf>
- Rodríguez-Mantilla, J.M., Fernández-Díaz, M.J. y Jover Olmeda, G. (2018). PISA 2015: Predictores del rendimiento en Ciencias en España. *Revista de Educación*, 380, 75-102. DOI: <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-380-373>
- Sainz Ibáñez, M. (coord.) (2017). ¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas. Madrid/Barcelona: Fundación Telefónica/ Ariel. Recuperado de [https://gender-ict.net/jovenesSTEM/wp-content/uploads/2016/11/Sainz\\_2017-Se\\_buscan\\_ingenieras\\_fisicas\\_y\\_tecnologas.pdf](https://gender-ict.net/jovenesSTEM/wp-content/uploads/2016/11/Sainz_2017-Se_buscan_ingenieras_fisicas_y_tecnologas.pdf)
- Sainz Ibáñez, M. y Müller, J. (2017). Gender and family influences on Spanish students' aspirations and values in stem fields. *International Journal of Science Education*, 40(2), 188-203. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1405464>
- Sawyer, R.K. (2008). *Optimizing Learning: Implications of Learning Sciences Research. Innovating to Learn. Learning to Innovate*. Paris: OECD Publishing.
- Stage, F.K. y Kloosterman, P. (1995). Gender, beliefs, and achievement in remedial college-level mathematics. *Journal of Higher Education*, 66(3), 294-311.
- Stoet, G. y Geary, D.C. (2018). The Gender-equality Paradox in Science, Technology, Engineering and Mathematics Education. *Psychological Science*, 29(4), 581-393. DOI: 10.1177/0956797617741719
- Suárez Valenzuela, S. y Suárez Riveiro, J. M. (2019). Las estrategias de aprendizaje y las metas académicas en función del género, los estilos parentales y el rendimiento en estudiantes de secundaria. *Revista Complutense de Educación*, 30(1), 167-184. DOI: <http://dx.doi.org/10.5209/RCED.56057>
- Shwab, K. (2016). Cuatro principios de liderazgo de la cuarta revolución industrial. Recuperado de <http://www.weforum.org/es/agenda/2016/10/cuatro-principios-de-liderazgo-de-la-cuarta-revolucion-industrial>
- The Economist (2017). The gender gap in Science. Mar 10th 2017. Recuperado de <https://www.economist.com/graphic-detail/2017/03/10/the-gender-gap-in-science>
- UNESCO (2017). *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*. Paris: UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479e.pdf>
- Weinberger, C.J. (1999). Mathematical College Majors and the Gender Gap in Wages. *Industrial Relations*, 38(3), 407 – 413.
- Weinberger, C.J. (2001). Is Teaching More Girls More Math the Key to Higher Wages? en King, M.C. *Squaring Up: Policy Strategies to Raise Women's Incomes in the U.S.* Michigan: University of Michigan Press.
- Weinberger, C.J. (2002). Race and Gender Wage Gaps in the Market for Recent College Graduates. *Industrial Relations A Journal of Economy and Society*, 37(1), 67-84.