

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



Consejo Económico y Social de Castilla y León y Universidades de Burgos,
León y Valladolid integrantes del CEI Triangular E3



Consejo Económico y Social
de Castilla y León





Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



Agradecimientos

Muchas son las personas que han contribuido de una u otra manera a que este trabajo haya podido culminar en una reflexión tan profunda sobre el modelo de enseñanza STEM que deseamos para el futuro. No podemos dejar pasar la oportunidad para agradecer a todos vuestro apoyo y colaboración, sin la cual no hubiese sido imposible llegar a finalizar este estudio. A todos nos mueven las ganas de mejorar nuestro sistema educativo ya que somos conscientes de que a través de la mejora del mismo contribuimos al desarrollo económico y social de Castilla y León, y por ende, a la extensión del estado de bienestar de Castilla y León y de España.

También queremos evidenciar nuestro agradecimiento a la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, y en especial a su Directora General de Innovación y Equidad Educativa Doña María del Pilar González García y a todo su equipo por habernos facilitado el contacto con los centros educativos y por el interés y apoyo mostrado tanto en el trabajo en sí mismo como en los resultados que arrojen este estudio.

Por supuesto, no podemos dejar pasar la ocasión para explicitar nuestro agradecimiento a los equipos directivos, profesorado, estudiantes y familias de los centros educativos que han participado en el estudio, ya que sin lugar a dudas, sin su compromiso y colaboración no habría sido imposible la realización de este trabajo.

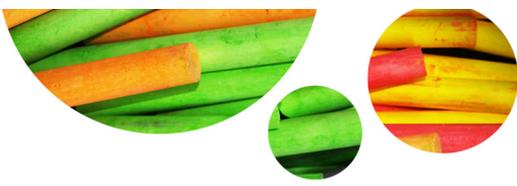
Y por último, pero no menos relevante, a los componentes del jurado y a los propios miembros del Consejo Económico y Social de Castilla y León y del Campus de Excelencia Internacional Triangular-E³ por dos motivos principalmente. Uno, la iniciativa en el desarrollo de estos premios y la consideración de que que nuestro

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



proyecto, con una temática que tiene un abordaje complejo por su relevancia y estado de desarrollo, ha sido merecedor de participar en esta segunda fase del Premio de investigación 2017 convocado por el Consejo Económico y Social de Castilla y León y el Campus de Excelencia Internacional Triangular-E³. Y el segundo, por la comprensión y sensibilidad mostrada con la concesión de la prórroga solicitada para poder desarrollar el trabajo por el otro. Este reconocimiento ha sido un acicate y supone un importante impulso para continuar trabajando en el desarrollo de esta línea de investigación.

El equipo investigador



Equipo investigador

D. Roberto Baelo Álvarez. Universidad de León

Dña. María Fernández Raga. Universidad de León

Dña. Rosa Eva Valle Florez. Universidad de León

Equipo Colaborador

Dña. Pilar Fernández Gómez. Consejería de Educación. Junta de Castilla y León

D. José Antonio Resines Gordaliza. Universidad de León

Dña. Ángela Zamora Menéndez

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



Centros participantes en el Proyecto

C.E.I.P. Sansueña. Provincia de Zamora
C.E.O. de Coreses. Provincia de Zamora
Colegio Ave María. Provincia de Valladolid
Colegio Diocesano San Ignacio. Provincia de León
Colegio Divina Pastora. Provincia de León
Colegio Divino Maestro. Provincia de Palencia
Colegio Divino Maestro. Provincia de Salamanca
Colegio Internacional Peñacorada. Provincia de León
Colegio La Inmaculada. Provincia de León
Colegio La Salle. Provincia de Palencia
Colegio La Visitación de Nuestra Señora 'Saldaña'. Provincia de Burgos
Colegio Maestro Ávila. Provincia de Salamanca
Colegio Marista Champagnat. Provincia de Salamanca
Colegio Marista San José. Provincia de León
Colegio Nuestra Señora de la Providencia. Provincia de Palencia
Colegio Nuestra Señora del Carmen. Provincia de León
Colegio Sagrada Familia Siervas de San José. Provincia de Salamanca
Colegio San Gregorio-La Mennais. Provincia de Palencia
Colegio San Juan de la Cruz. Provincia de Valladolid
Colegio San Viator. Provincia de Valladolid
I.E.S. Jaime Gil de Biedma. Provincia de Segovia
I.E.S. Alejandría. Provincia de Valladolid
I.E.S. Alfonso IX. Provincia de Zamora
I.E.S. Alfoz de Lara. Provincia de Burgos
I.E.S. Antonio Tovar. Provincia de Valladolid
I.E.S. Beatriz Ossorio. Provincia de León
I.E.S. Boñar. Provincia de León
I.E.S. Cauca Romana. Provincia de Segovia
I.E.S. Colegio Campo Charro. Provincia de Salamanca
I.E.S. Comuneros de Castilla. Provincia de Burgos
I.E.S. Francisco Giner de los Ríos. Provincia de Segovia
I.E.S. Fray Luis de León. Provincia de Salamanca
I.E.S. Funtesnuevas. Provincia de León
I.E.S. Gil y Carrasco. Provincia de León
I.E.S. Gredos – Piedrahíta. Provincia de Ávila
I.E.S. Guardo. Provincia de Palencia
I.E.S. Juan de Juni. Provincia de Valladolid
I.E.S. Juan Martín El Empecinado. Provincia de Burgos
I.E.S. La Gándara. Provincia de León
I.E.S. La Merced. Provincia de Valladolid
I.E.S. Lancia. Provincia de León
I.E.S. Legio VII. Provincia de León
I.E.S. Los Valles. Provincia de Zamora
I.E.S. Mariano Quintanilla. Provincia de Segovia
I.E.S. Martínez Uribarri. Provincia de Salamanca
I.E.S. Pablo Díez. Provincia de León
I.E.S. Pola de Gordón. Provincia de León
I.E.S. Politécnico. Provincia de Soria
I.E.S. Ramón Olleros Gregoria. Provincia de Salamanca
I.E.S. San Andrés. Provincia de León
I.E.S. San Leonardo. Provincia de Soria
I.E.S. Tierra de Campos. Provincia de Palencia
I.E.S. Universidad Laboral. Provincia de Zamora

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



Índice

1. Planteamiento del problema	1
2. Antecedentes y relevancia de la temática	7
2.1. Invertir en educación para mejorar el mundo. Relevancia y repercusión social y económica de las inversiones en educación	8
2.2. El mercado laboral del siglo XXI y la formación.	19
2.3. STEM, importancia y relevancia socio económica; profesiones y competencias....	29
3. Análisis del contexto	35
3.1. La enseñanza STEM en el contexto internacional y su repercusión socio-económica.....	35
3.2. El desarrollo de programas para potenciar y favorecer el desarrollo de competencias STEM en Europa	51
3.3. Las mujeres y STEM	57
3.4. Medidas para impulsar el desarrollo de competencias STEM en Castilla y León...	66
4. Vocaciones y Motivación hacia los ámbitos STEM.....	85
4.1. Perfil vocacional y diferenciación con el concepto de Motivación	85
4.2. Proyección del mercado laboral STEM en Castilla y León	91
4.3. Radiografía de las vocaciones y actitudes de los jóvenes y adolescentes ante los ámbitos STEM	96
5. Acciones iniciadas para el desarrollo de actuaciones educativas que fomenten las competencias STEM	107
5.1. Acciones desarrolladas desde una perspectiva no formal	107
5.2. Acciones institucionales (JCyL) y primeros resultados.....	115
5.3. Actuaciones desarrolladas desde la Universidad y primeros resultados.....	122
6. Resultados de la revisión teórica	139
7. Diseño de la Investigación	155

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



7.1. Muestra.....	155
7.2. Metodología.....	156
7.3. Instrumento.....	159
8. Resultados.....	163
8.1 Análisis de los resultados	169
9. Conclusiones	199
9.1. Limitaciones	203
9.2. Conclusiones de carácter científico.....	204
9.3. Impacto en la sociedad castellano y leonesa del fomento de competencias STEM.	207
9.4. Aportaciones concretas y recomendaciones.....	209
10. Líneas futuras de investigación	221
11. Referencias Bibliográficas	223

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



1. Planteamiento del problema

La Unión Europea (en adelante UE) inició en el año 2010 el diseño de una estrategia para dar una respuesta a gran parte de estos retos y que buscaba favorecer el crecimiento sostenible de la zona UE en las siguientes décadas. La propuesta, que se conoce como “*Estrategia Europa 2020; la estrategia europea del conocimiento*”, tiene por finalidad generar una Europa que centre su crecimiento en el conocimiento y retome su papel de liderazgo en aspectos relacionados con la empleabilidad, la innovación, la educación, la integración social y la conservación y sostenibilidad del entorno natural.

La “*Estrategia Europa 2020*” pretendía que los países miembros de la UE alcanzasen en 2020 los siguientes objetivos:

1. Garantizar el empleo al 75% de la población europea con edades comprendidas entre 20 y 64 años de edad.
2. Realizar una inversión del 3% del PIB de la UE en investigación y desarrollo.
3. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un 20 y un 30% respecto al año 1990. Para ello se señala que el 20% de nuestras necesidades de energía tendrían que proceder de fuentes renovables y aumentar la eficacia energética un 20%.
4. Situar la tasa de abandono escolar por debajo del 10% y lograr que completen estudios superiores al menos un 40% de la población con edades entre los 30 y los 35 años.
5. Reducir el número de personas en riesgo de pobreza o exclusión social, en al menos 20 millones.



A menos de dos años para llegar a la fecha propuesta, podemos afirmar que estos objetivos no serán cubiertos, aunque se han dado grandes pasos para acercarse a los mismos. Este acercamiento, ha sido consecuencia, en gran parte, por el desarrollo de diferentes programas y propuestas tanto desde los países miembros como desde las regiones, autonomías o estados federales que la componen.

Entre las iniciativas desarrolladas en este sentido por parte de la UE destacan la iniciativa “*Unión por la innovación*”, la conocida como “*Juventud en movimiento*”, la popular “*Agenda digital para Europa*”, la propuesta para “*Una Europa que utilice eficazmente los recursos*”, la iniciativa de respuesta a los retos de los procesos de globalización, conocida como “*Una política industrial para la era de la mundialización*”, la “*Agenda de nuevas cualificaciones y empleos*” y la “*Plataforma europea contra la pobreza*”. Cada una de ellas ha tenido un umbral de éxito y desarrollo diferenciado, no obstante en relación con el proyecto desarrollado, tres tienen una especial relevancia:

- a) *Juventud en movimiento*, que aspira a facilitar el acceso de los jóvenes al mercado laboral por medio de diversos mecanismos
- b) *La agenda digital para Europa*, que busca impulsar el despliegue e integración de las TIC en Europa.
- c) *La agenda de nuevas calificaciones y empleos*, que tras el análisis del mercado laboral trabaja en la redefinición de las competencias que éste demanda con la finalidad de dotar de mayor flexibilidad, autonomía y seguridad a las personas en su contexto laboral.

Del análisis y seguimiento de estas iniciativas, así como de otras de tipo similar, se desprende la necesidad de reformular los procesos formativos de los países miembros



de la UE. Se busca dar respuesta a las necesidades y retos sociales que derivan de una sociedad condicionada por una economía competitiva y un mercado laboral con una clara tendencia hacia la automatización.

Así, a las puertas del horizonte temporal marcado, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, la tercera región en tamaño dentro de la UE, en la cual, a pesar de los esfuerzos y avances que se han realizado, nos encontramos ante un panorama social y económico que requiere de un análisis profundo riguroso. De acuerdo con los datos del Informe anual de 2016 sobre la situación económica y social de Castilla y León del Consejo Económico y Social de Castilla y León (en adelante CES), la tasa de paro de nuestra comunidad es del 16%. Es decir, que contamos con un volumen de población empleada, activa de 1.148.700 personas, una cifra de empleados inferior (en torno a 117.000 personas menos) a la que nuestra Comunidad presentaba en el año 2007.

Por otra parte, nuestra tasa de empleo (porcentaje de población ocupada sobre la población entre 15-64 años) se sitúa en el 46,4%. Este dato nos sitúa como la octava comunidad autónoma de España con menor volumen de empleo, estando muy lejos del 66,7% de media de la Europa de los 28.

Estos datos son todavía más alarmantes cuando ponemos la lupa en la población juvenil, de tal forma que la situación por la que atraviesa nuestra comunidad es definida en el Informe anual del CES (2016) como un problema estructural que requiere de la puesta en marcha de medidas integrales que favorezcan tanto el aumento del empleo como la calidad del mismo.

A pesar de los datos, a nadie se le escapa el avance que se ha venido dando en la configuración social y económica de Castilla y León. Como la propia Comisión Europea ha subrayado, en las últimas décadas Castilla y León ha realizado un fuerte



esfuerzo para avanzar hacia un modelo en el que, sin descuidar su tradicional potencial en el sector primario (que representa aproximadamente un 15% del sector primario español) se ha realizado una apuesta firme hacia un modelo de economía basado en el conocimiento, que solamente se ha visto ensombrecida durante los años de crisis económica (European Commission, 2016; Interreg Europe, 2017).

En la apuesta para la transformación socio-económica de Castilla y León hacia una economía del conocimiento, las inversiones en investigación, desarrollo y educación han jugado un papel clave. Así, muchas de las iniciativas que se han iniciado han venido de la mano de la potenciación de la formación, investigación y desarrollo en campos científico- tecnológicos. Este prisma de actuación está en consonancia con el desarrollado por medio de estrategias nacionales, como la “Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2013-2020”, y de la UE, como la “Estrategia Europa 2020” o el programa “Horizonte 2020”, así como otras propuestas y actuaciones desarrolladas en países como Estados Unidos, Australia o Japón (Kuenzi, Matthews, & Mangan, 2006; Marginson, Tytler, Freeman, & Roberts, 2013).

Las anteriores propuestas han puesto sobre la mesa el valor estratégico que tienen las inversiones educativas a nivel económico. En este sentido y a la vista de las características que describen el mercado de trabajo de las próximas décadas, desde los sistemas educativos se ha de virar hacia el fomento de las competencias que se vislumbran protagonizarán el mercado laboral de este siglo, unas competencias que guardan una estrecha relación con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y que en su conjunto se conocen como competencias STEM (acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering* y *Mathematics*).



Para que el cambio de modelo socioeconómico pueda completarse de manera efectiva se ha de realizar una inversión económica, pero también una planificación estratégica en el sistema educativo. La educación es la argamasa esencial que permite consolidar o virar los modelos sociales, generando nuevos escenarios económicos.

La Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, en consonancia con la idea de caminar hacia una economía basada en el conocimiento, ha venido desarrollando una serie de actuaciones que parecen haber colocado a nuestro sistema educativo entre los mejores de nuestro país, en consonancia con la media de los países de la UE. Así, se han iniciado una serie de actuaciones, la mayoría de corte experimental, que pretenden fomentar el desarrollo de competencias STEM entre nuestro jóvenes (Junta de Castilla y León, 2016) y que serán las protagonistas del informe que a continuación se desarrolla.

De manera concreta, el objeto de este estudio se enfoca al desarrollo de un trabajo de investigación que, por un lado nos permitía un acercamiento prospectivo al primigenio proceso de integración de las competencias STEM en el sistema educativo de Castilla y León y, por el otro, poner en relevancia la necesidad de abordar esta temática.

Así, bajo esta perspectiva, nos planteamos un trabajo que estaría enfocado a dar respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Aumenta el número de vocaciones hacia disciplinas STEM en los centros cuyos docentes han participado en programas de formación o de innovación para la integración de las mismas en el currículo oficial?



- ¿Qué elementos o modelos se repiten de manera sistemática en los centros donde el alumnado tiene un mayor índice de atracción hacia las disciplinas STEM?

Estas cuestiones se traducen en el planteamiento de dos objetivos principales, que quedarían enunciados de la siguiente forma:

1. Analizar las actitudes y motivaciones del alumnado en relación a la enseñanza STEM en los centros del programa “Ingenia” de educación secundaria de la Junta de Castilla y León.
2. Identificar modelos de buenas prácticas y/o predictores de éxito en el desarrollo de competencias STEM

Además de estos dos objetivos generales, con el desarrollo de esta propuesta se busca colaborar y aportar nuevos datos a la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León en este ámbito, de tal forma que puedan ser utilizados para orientar las inversiones en políticas educativas en este ámbito, por lo que a este trabajo le podríamos añadir un tercer objetivo:

3. Desarrollar una serie de propuestas de recomendaciones que ayuden en la toma de decisiones sobre la estrategia de implementación de políticas educativas relacionadas con la potenciación de las competencias STEM.

Se trata de una propuesta ambiciosa y con un elevado valor estratégico. El éxito en el desarrollo de la misma contribuirá a la construcción en Castilla y León de un modelo social y económico basado en el conocimiento, que permita la conformación de un tejido productivo 4.0, generador de oportunidades en nuestra comunidad y que ayude a frenar la fuga de talento, y más concretamente de talento joven que está contribuyendo al envejecimiento de nuestra población y al estancamiento de nuestra economía



2. Antecedentes y relevancia de la temática

Desde los albores del siglo XXI se han venido produciendo una serie de alteraciones en las sociedades de los países con las economías de mayor desarrollo. Esta reconfiguración social tiene causas múltiples (demográficas, identitarias, económicas, culturales, religiosas, tecnológicas, etc.) y han impactado de manera rápida, y a gran escala, en la conformación y concepción social tradicional.

Así, el modelo socio-económico que ha predominado en las economías occidentales, prácticamente si cambios, desde la revolución industrial esta agotado y requiere de un modelo en consonancia con las posibilidades, necesidades y obligaciones de la época en la que vivimos.

La profusión y desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en este contexto, ha generado cambios en las estructuras productivas y redefinido el mercado laboral, y por ende, de las ocupaciones y cualificaciones profesionales. Estamos viviendo en primera persona un proceso de extinción, mutación o generación de profesionales y ocupaciones que ponen a prueba la capacidad de adaptación, no sólo de las empresas y trabajadores, sino también de los gobiernos, y, por ende, de nuestros sistemas educativos y de formación.

Como se recoge en el informe del Consejo Económico y Social (2015) de España sobre “Competencias profesionales y empleabilidad” nuestro país no es ajeno a estos cambios, y en los últimos años ha visto como su estructura social, económica, así como nuestro mercado laboral ha sufrido mutaciones de gran relevancia resultado en gran medida, aunque no en exclusiva, de los procesos de profusión e integración de las TIC en las mismas estructuras sociales, económicas o laborales.



Tanto los gobiernos nacionales como las entidades intergubernamentales han subrayado la necesidad de realizar una inversión para indagar sobre la deriva, que tanto a corto, medio o largo plazo, va tomado el mundo de laboral y de las cualificaciones profesionales. Esta inversión esta destinada a conocer la orientación, los senderos hacia los que se encamina en nuestra entorno social el mundo laboral. Se trata más de una suerte de proyección que una concreción en torno a los empleos, profesiones o cualificaciones que en el futuro tendrán una mayor demanda.

Tomando en consideración lo anterior, se ha planteado el desarrollo del presente trabajo, que toma como eje temático el desarrollo de las competencias vinculadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas o competencias STEM (acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering y Mathematics*), como un primer acercamiento al abordaje de la anterior temática partiendo de la asunción del colorario que señala la existencia de una correlación positiva entre el fomento y desarrollo de niveles adecuados de educación y formación con la posibilidad de mejorar y tener un mayor nivel de empleabilidad.

2.1. Invertir en educación para mejorar el mundo. Relevancia y repercusión social y económica de las inversiones en educación

*“Si un hombre deja de lado la educación, camina cojo hasta el final de su vida”
Platón*

Aunque la formación y los procesos educativos han existido desde tiempos inmemorables, la concepción actual de la educación, como un proceso social organizado que forma parte del engranaje de nuestro sistema social, es un concepto relativamente reciente, con apenas dos siglos de historia.



Más reciente es, todavía, el reconocimiento de la influencia que tiene la educación en el desarrollo económico y social de una sociedad. Esta relación se vincula con las propuestas de inicio de la década los sesenta de la “Escuela del Capital Humano” de la Universidad de Chicago.

Los primeros postulados de la teoría del capital humano subrayaban la importancia de invertir en educación, como medio para favorecer y mejorar la producción y el desarrollo de una sociedad (Schultz, 1961). Esta concepción fue completada y ampliada en las décadas de los ochenta y los noventa para incluir las predicciones de la teoría del crecimiento endógeno, que sostiene que la educación no solo mejora la productividad a nivel individual, sino que tiene un efecto extensivo que provoca un aumento en la eficiencia de las personas de su entorno, y por ende, favorece la productividad (Lucas, 1988; Romer, 1990).

Estas ideas fueron estudiadas y ratificadas por diferentes investigaciones de corte empírico que ratificaron la idea primigenia de que la educación es una inversión que mejora el rendimiento, la productividad y favorecen el desarrollo económico en un determinado contexto social (Barro, 1991; Benhabib y Spiegel, 1994, 2005; Mankiw, Romer y Weil, 1992; McMahon, 2000; Ulewicz et al., 2003).

Por tanto, podríamos resumir que la idea de que la educación es una inversión surge de la mano de los Premio Nobel de Economía, Theodore William Schultz (1979) y Gary Becker (1992) que defendieron que la inversión en la educación es un factor esencial para poder explicar el crecimiento y desarrollo social a la par que ofrece beneficios en términos de la obtención de salarios más altos y la contribución a una mejora de la productividad.



En términos globales, a nivel mundial se destinan anualmente en torno unos 5600 billones de dólares estadounidenses en educación y capacitación. Cuando cuantificamos lo que aporta el capital humano, es decir el valor del trabajo de las personas, en la riqueza total de un país el dato se sitúa en torno a 60% (Hamilton y Liu, 2014). Este dato supone prácticamente cuatro veces más de lo derivado de los bienes de producción y quince veces más de lo recibido de los recursos naturales.

El informe de Unesco Institute for Statistics, IBRD y OECD (2003) sobre la financiación de la educación se centra en los resultados obtenidos en relación con la financiación de los sistemas educativos como medio para la mejora del capital humano y el efecto que esta mejora tiene en el crecimiento económico de los países participantes el programa World Education Indicators (WEI). Los países participantes en el programa son Argentina, Brasil, Chile, China, Egipto, Filipinas, India, Indonesia, Jamaica, Jordania, Malasia, Paraguay, Perú, la Federación Rusa, Sri Lanka, Tailandia Túnez, Uruguay y Zimbawe. En este informe además, se comparan los indicadores de desarrollo en relación con los de los países pertenecientes a la OCDE.

El informe (Unesco Institute for Statistics, IBRD y OECD, 2003) remarca la existencia de sólidas pruebas que atestiguan que el capital humano es un factor clave en el crecimiento económico, por lo que las inversiones en capital humano, y consecuentemente en educación, se conforman como un factor éxito en las estrategias para favorecer desarrollo económico, social, la empleabilidad y la cohesión social de los países.

Así, las inversiones en educación pasan a considerarse como inversiones en el futuro colectivo de las sociedades, en lugar de verse como inversiones en el futuro



éxitos de los individuos, ya que ,entre otras circunstancias, se da que a mayor formación, mayor sueldo, mejor salud y menor desempleo.

El trabajo de Hanushek y Woessmann (2007) recoge la existencia de un fuerte evidencia que relaciona las habilidades cognitivas de la población con las ganancias individuales, la distribución del ingreso y el crecimiento económico de un país. En este sentido se remarca la necesidad de invertir en educación y disponer de ciudadanos con unos mínimos de habilidades cognitivas de alto nivel, ya que hay evidencias que relacionan estas habilidades con el crecimiento económico de una sociedad. Hanushek y Woessmann (2007) advierten como en las comparaciones internacionales que incorporan datos ampliados sobre las habilidades cognitivas se vislumbra la existencia de déficits de habilidades mayores en los países en desarrollo que los que generalmente se derivan de la mera escolarización, de tal forma que recomiendan que para el cierre de la brecha económica entre los países se requerirá de importantes cambios estructurales en las instituciones educativas, para lo que se evidencia la necesidad de una adecuada inversión económica.

En línea con los anterior Caselli (2005) señala que la educación, los procesos de formación del capital humano, explicarán de manera genérica el 13% del PIB de un país. Sin embargo, el mismo autor advierte que el porcentaje podría llegar hasta el 36%, convirtiéndose en el factor con mayor peso en la explicación del PIB de un país y su desarrollo, si se hace uso de lo que denomina como sustitución imperfecta de trabajadores, es decir el valor, la productividad marginal que tiene un profesional con una determinada formación.

Las conclusiones de Caselli (2005) están en la misma línea de lo recogido en el informe sobre el programa WEI, en el que se ratificó la existencia de una relación fuerte



y positiva entre la mejora, la capacitación del capital humano y el desarrollo económico de un país (Unesco Institute for Statistics, IBRD y OECD, 2003). Esta asociación, en términos medios, podrían significar medio punto porcentual en las pasas de crecimiento anual de los citados países en las décadas de los ochenta y los noventa, en comparación con los decenios anteriores. Y, en términos generales, los resultados hallados en los países del programa WEI sugieren que por cada año de aumento en la media de escolarización de la población adulta en cada país hay un incremento en torno al 3,7% en la tasa de crecimiento económico a largo plazo.

Además, junto con estos datos, los desarrollos del Premio Nobel de Economía en el año 2000, James Heckman (2006, 2011a, 2011b) señalan que los costes y beneficios relativos a las inversiones en educación son diferentes dependiendo de la edad. A este respecto, se subraya que las inversiones en trabajadores con mayores capacidades, independientemente de la edad de los mismos, son las que generan mayores beneficios.

A esta correlación, el propio Heckman le añade la significación de que la mayor parte de las capacidades se desarrollan a edades tempranas. Para Heckman (Carneiro, Heckman y Vytlačil, 2011; Heckman, 2006, 2011a, 2011b), por tanto invertir en educación tiene un gran rentabilidad en términos absolutos para la sociedad, además de ser fundamental para las personas (rentabilidad relativa). Heckman señala que, por ejemplo, las inversiones en educación infantil ofrecen una rentabilidad extremadamente elevada por lo que en términos generales afirma que los primeros años de vida de los niños son los que más condicionan su futuro.

De esta forma, Heckman (2010) afirma que las inversiones en educación para el desarrollo de las aptitudes socioculturales del niño, como la tenacidad, la motivación y



la confianza en sí mismo, generan mayores beneficios económicos y sociales que el gasto en programas sociales o en infraestructura.

En la misma línea que Heckman, los trabajos recientemente publicados por Münich y Psacharopoulos (2018a, 2018b) subrayan que, además la educación tiene una serie importante de beneficios no directos que hacen que la inversión en la misma sea un factor fundamental para el bienestar económico, pero también social. Así problemas como la delincuencia, los embarazos en adolescentes, el abandono escolar o las malas condiciones de salud (obesidad, tabaquismo, etc.) están íntimamente relacionados con niveles educativos bajos, así como con una carencia de competencias y aptitudes en la sociedad.

En esta línea, aunque poniendo el foco esencial en el papel de la educación en relación con el desarrollo social y económico, los trabajos de Patrinos y Psacharopoulos (2011) y de Montenegro y Patrinos (2014) para el Banco Mundial muestran un aserie de proyecciones para los próximos años, que son de gran interés.

En ambos trabajos se estudia el “*efecto que un año adicional de escolarización*” conlleva en términos de mejora del bienestar social, relacionando este bienestar con los ingresos per cápita y la distribución de éstos en la sociedad.

Para llevar a cabo estas predicciones, Patrinos y Psacharopoulos (2011) cuantifican el bienestar social en función de dos componentes, la eficiencia y la equidad. Así señalan que el bienestar social (SW) se podría calcular de la siguiente forma:

$$SW = (Y/P)^{\alpha} (1-GINI)^{\beta}$$

En esta fórmula (Y/P) representa los ingresos per cápita, GINI es el coeficiente habitual para la medida de la desigualdad de los ingresos dentro de un país. Puede tomar



valores desde el **valor 0**, que significaría que hay una igualdad total, hasta el **valor de 1**, que señalaría la máxima desigualdad. En esta fórmula α y β representan los valores del peso otorgado por las sociedad (en este caso votantes y políticos) a los componentes de eficiencia y equidad.

Así, por regiones, la pérdida de bienestar social, cuantificada en ingresos per cápita, por no disponer de un año extra de escolaridad en el período 1950-2010 varía entre el 14,5% y el 34,3% siendo la media mundial del 25,8% (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de la pérdida de bienestar social por no tener un año más de escolarización, categorizado por regiones y para el período 1950-2010 usando la función Miceriana

Región	Pérdida de bienestar social (% porcentaje de ingresos per cápita)
Economías avanzadas	20,2
Asia oriental y el Pacífico	34,3
Europa y Asia Central	22,8
Latinoamérica y el Caribe	16,1
Oriente medio y África del Norte	14,5
Sur de Asia	21
África sub-sahariana	17
Mundial	25,8

Fuente: Patrinos y Psacharopoulos (2011). El coeficiente mide el aumento porcentual del ingreso per cápita asociado con un año extra de escolaridad. Los coeficientes son estadísticamente significativos al nivel de probabilidad de al menos un 1%.

Estos resultados deben analizarse a la luz de, al menos dos condicionantes señalados por los propios autores del trabajo (Patrinos y Psacharopoulos, 2011). El primero es que la función utilizada para el cálculo de estas pérdidas, la función Minceriana, subestima el peso de la Educación Primaria.

Esta etapa es la principal etapa educativa y con unas puntuaciones promedio más bajas a nivel de calidad en la mayor parte de los países que componen las regiones con menores pérdidas porcentuales (Oriente Medio y África del Norte, Latinoamérica y el Caribe y en el África subsahariana), por lo que podría explicarse que la extensión de una año más de escolaridad pudiera tener unos menores efectos en estas regiones.



Por otra parte, el hecho de que en Asia Oriental, especialmente en las economías de mayor crecimiento de la zona, las de los países denominados "Tigers" (Singapur, Hong Kong, Taiwán y Corea del Sur), la educación tenga un valor social mucho mayor que en cualquier otra región, también podría explicar que las pérdidas relativas derivadas de no disponer de un año más de escolarización sean más grandes que en cualquier otro lugar del mundo.

De la Fuente (2004) remarca la existencia de un vínculo estrecho entre los procesos de capacitación y fortalecimiento del capital humano, los niveles salariales y las oportunidades de empleo, lo que denotan el importante papel que tienen las inversiones en formación en la cohesión social de un país.

Otro elemento que debemos tener en cuenta es el relacionado con la tasa de rentabilidad privada de la escolarización o el beneficio neto que supone la educación en el mercado laboral. Esta tasa ha aumentado en los últimos años.

Tabla 2. Rentabilidad privada de la escolarización por grupo de ingresos

País por nivel de ingresos	Tasa de rentabilidad general (%)	Media en años de escolarización
Bajo	9,3	5.0
Medio	9,2	7.0
Alto	8,2	9,2
Media mundial	8.8	8.0

Fuente: Psacharopoulos y Patrinos (2018). La clasificación por países se ha hecho tomando como referencia los datos del Banco Mundial de 2016 de ingreso per cápita. En 2015 y en dólares americanos: Bajo= \$ 1.045 o menor ; Medio = Entre \$1.046- \$12.735; Slto = Más de \$12.736.

Las conclusiones de Psacharopoulos y Patrinos (2018) señalan que la rentabilidad privada de la escolarización es mucho mayor en los países con menores ingresos y desarrollo, aproximadamente un punto porcentual en relación con los países de mayores ingresos, y medio punto porcentual sobre la media mundial (Tabla 2).



Todo ello, a pesar de que la media de años de escolarización varía de forma que entre los países con menores ingresos y los de mayores, prácticamente se dobla el número de años.

Recordemos, por ejemplo, que a mediados del siglo XX la media de años de escolarización en África era de dos. A este respecto, señalar que en los países de Asia Oriental y el Pacífico, entre el año 1950 y el 2010, la media de años de escolarización pasó de dos a siete años, lo que ha supuesto más de un 200% de crecimiento, y se prevé que a nivel mundial la media de años de escolarización para el 2050 llegue a los diez años (Psacharopoulos, 1994).

A nivel mundial, los datos de Psacharopoulos y Patrinos (2018) señalan como las mayores tasas de rentabilidad privada por escolarización se encuentran en las zonas de Latinoamérica y el Caribe, así como en el África sub-sahariana (Tabla 3).

Tabla 3. Rentabilidad privada de la escolarización por regiones.

Región	Tasa de rentabilidad general (%)	Media de años de escolarización
Economías avanzadas	8,0	9,5
Asia oriental y el Pacífico	8,7	6,9
Europa y Asia Central	7,3	9,1
Latinoamérica y el Caribe	11	7,3
Oriente medio y África del Norte	5,7	7,5
Sur de Asia	8,1	4,9
África sub-sahariana	10,5	5,2
Mundial	8,8	8,0

Fuente: Psacharopoulos y Patrinos (2018).

Sin embargo, nos encontramos con un caso atípico, ya que una de las regiones con menor desarrollo, Oriente Medio y África del Norte, tiene la menor tasa de rentabilidad privada de la escolarización. Esta situación es difícilmente explicable en términos exclusivamente cuantitativos, pero si nos atenemos a la realidad histórico-social de la zona podemos señalar, como afirma Kingsbury (2018), que esta situación puede tener su razón de ser en cuestiones como la inestabilidad gubernamental de la

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



zona, la corrupción, la existencia de importantes reservas de recursos naturales que están siendo fuertemente explotadas o el pobre desempeño académico como principales factores a la hora de explicar esta tasa.

En un sentido similar, Psacharopoulos y Patrinos (2018) señalan como a pesar de la tasa relativamente baja de la zona del Sur de Asia, dentro de la misma, los resultados de la India en este indicador son muy positivos, de tal forma que la tasa de rendimiento ha ido aumentando desde la década de los noventa, en la que se implantó el programa nacional de liberalización económica de la India.

Otro elemento de gran interés en relación con la tasa de rentabilidad privada de la escolarización es el que señala que a mayor nivel educativo, la rentabilidad social y económica de la escolarización es más alta, es decir que la tasa de rentabilidad crece, de manera significativa cuando el año extra de escolarización postobligatoria y mucho más cuando se da en las etapas de educación superior, universitaria.

Montenegro y Patrinos (2014) y Psacharopoulos & Patrinos (2018) destacan que la inversión en un año adicional de escolarización es, en valores de rendimiento porcentual, muy superior a cualquier inversión. Este rendimiento, lo cuantifican en un beneficio que supera el 10% anual por el año adicional de escolarización.

Tabla 4. Porcentaje medio de beneficio anual sobre una misma base en diferentes valores.

Inversión	Porcentaje medio de beneficio anual
Letras del Tesoro	1,4%
Bonos del Tesoro	5,3%
Cuentas de ahorro-bancarias	4,7%
Vivienda	3,8%
Activos físicos	7,4%
Año adicional de escolarización	10%

Fuente: Montenegro y Patrinos (2014) y Psacharopoulos & Patrinos (2018)

Schleicher, director del Informe PISA de la OCDE, señalaba que si en España se consiguiera elevar el rendimiento de los alumnos de 15 años en lectura, el equivalente a



un año escolar y reducir las diferencias de rendimiento entre las escuelas, como ha sucedido en Polonia en menos de una década, el valor económico a largo plazo de esta mejora de los resultados podría cuantificarse en aproximadamente unos 30.000 millones de euros adicionales en los ingresos nacionales.

Así, las inversiones en educación suponen un retorno económico y social de un valor muy superior al invertido. Estos beneficios, como remarcan Montenegro y Patrinos (2014) requieren de un adecuado sistema de formación y orientación, que permita que los estudiantes con peores niveles de desempeño puedan hacer uso de unas redes de apoyo sólidas que les permitan acceder y asumir con garantías de éxito los desafíos de completar la educación de nivel superior.

En España, en el año 2006, los datos generales de la rentabilidad privada media de la educación se han estimado en un 5%, estos rendimientos son significativamente más elevados en las etapas postobligatorias, en las que las tasas de rentabilidad real se sitúan en torno al 7% (segundo ciclo de secundaria y estudios universitarios de grado) y por regiones, las que muestran unas mayores tasas de rentabilidad privada de la educación resultan ser Extremadura (6,28%), Asturias (5,77%), Madrid (5,25%), Galicia (5,22%), País Vasco (5,21%) y Cataluña (5,05%). Aunque la dispersión regional de la rentabilidad privada de la educación no es muy acusada, Castilla y León se sitúa por debajo de la media nacional con un rendimiento del 4,56% (BBVA Research, 2012; de la Fuente y Jimeno, 2011).

De la misma forma un estudio desarrollado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (Pastor Monsálvez et al., 2009) cuantificaba que por cada euro de inversión realizado por la Comunidad Valenciana en educación, los titulados universitarios, vía impuestos, devuelven a las arcas públicas 1,35€.



Aunque las inversiones tienen una gran rentabilidad se debe velar por salvaguardar la mismas y minimizar, en la medida de las posibilidades las ineficiencias que puedan existir. Un buen sistema de orientación educativa ayuda a rentabilizar las inversiones, ya que como recogen de la Fuente y Jimeno (2011) el fracaso escolar tiene un efecto demoledor en cuanto a los resultados de rentabilidad social y económica de la inversión pública en educación, reduciendo esta rentabilidad, en el caso de España entre un 2 y un 4%.

Las estimaciones dadas por De la Fuente y Jimeno (2011) señalan que el aumento de ingresos tributarios derivados de un año adicional de escolarización permite recuperar una buena parte del gasto público directo en la mayor parte de los estudios postobligatorios. En este trabajo, se subraya el elevado coste social y económico que tiene el fracaso escolar para nuestro país que supone un coste promedio de un 60% del gasto directo del sector público en el sistema educativo, un dato ligeramente superior al cuantificado para la Comunidad de Castilla y León, que se establece en el 44,2%.

2.2. El mercado laboral del siglo XXI y la formación.

*“Cualquier cosa que sea rutinaria o repetitiva, será automatizada”
Minouche Shafik*

Las economías de los países desarrollados vienen experimentando una serie de procesos de cambio hacia modelos productivos centrados en el conocimiento, frente al predominio de la producción en serie de periodos anteriores. En este contexto de incertidumbre uno de los principales retos que las sociedades desarrolladas han de acometer es el relacionado con la empleabilidad.

Desde hace décadas se han ido sucediendo una serie de cambios sociales, económicos y tecnológicos que nos están llevando hacia un entorno laboral nuevo con



una importante polarización del mercado laboral y, que tiene entre sus principales características, la presencia de un elevado volumen de mecanización y de automatización del trabajo. A estos cambios, además se le une los cada vez más generales procesos de deslocalización de la producción, que han llevado a reconsiderar la concepción del mercado laboral, las jornadas laborales, las profesiones, etc.

Nuestra estructura social y económica, por tanto, tal y como hasta ahora la hemos conocido, se encuentra en vías de extinción, de la misma forma que está sucediendo con perfiles profesionales que hasta ahora eran considerados, prácticamente, esenciales o irremplazables.

En gran medida esta situación ha sido atribuida a la profusión y desarrollo tecnológico que se está produciendo en nuestra sociedad. Las tecnologías y los cambios que han traído consigo en las empresas y los modelos operativos están modificando la forma en que trabajamos. Este tema no es nuevo, ya que el impacto y las repercusiones que la tecnología tienen en el mercado laboral viene levantando preocupaciones desde tiempo atrás. Como señala Kuhanathan (2018) la innovación históricamente ha ido acompañada de cierto nerviosismo y preocupación por su relación con el empleo.

Así, repasando la historia vemos como cada paso o avance hacia la mecanización se ha visto envuelto de protestas e incertidumbre social. En el siglo XIX se vivieron en Inglaterra importantes protestas contra la instauración de telares automáticas. En estas protestas, mas de cien telares fueron destruidos en ataques nocturnos contra una tecnología que amenazaba los puestos de trabajo en los centros textiles del centro y norte de Inglaterra.

Años después, en pleno siglo XX, Keynes mostraba su preocupación y acuñaba el termino “desempleo tecnológico” para hacer referencia a la pérdida de puestos de



trabajo que se ocasiona con motivo de la integración de tecnologías en el entorno laboral. No obstante, Keynes señalaba que esta pérdida tendría un carácter temporal, ya que posteriormente, el propio mercado laboral se va recuperando a medida que la sociedad y los procesos económicos se re-ajustan, tal y como sucedió en la Revolución Industrial.

Sin embargo los reajustes señalados por Keynes pueden no llegar en este caso. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) fijaba que para este año el número de desocupados podría incrementarse en más de 10 millones, llegado hasta los 215 millones aproximadamente, lo que situaría la tasa de paro mundial en torno al 6%. Estas proyecciones no son mejores para la zona UE, en la que la Cedefop (2010) proyectaba una tasa de paro para este 2018 de en torno al 7,3% y para el año 2025 de en torno al 5,9%. El empleo existente y el que se genera no es suficiente para cubrir las demandas de la población activa, ya que mientras se estima que anualmente se pueden estar ofertando en torno a 40 millones de puestos de trabajo, la población activa mundial se cuantifica que aumenta anualmente en torno a 42,6 millones de personas, es decir que a pesar del envejecimiento demográfico que estamos teniendo a nivel mundial, la creación de empleo no permite la incorporación de la población activa.

En este contexto, el grupo de edad que está siendo afectado con mayor crudeza es el conformado por los jóvenes, que tienen problemas para poder adquirir y desarrollar sus primeras experiencias laborales, y por tanto se retrasa la potenciación de sus competencias profesionales.

Otro elemento sustancialmente diferenciador entre la situación actual con las anteriores es la categorización y división del mercado de trabajo. En momentos anteriores la división entre los puestos de trabajo se fijaban por escalas como manuales

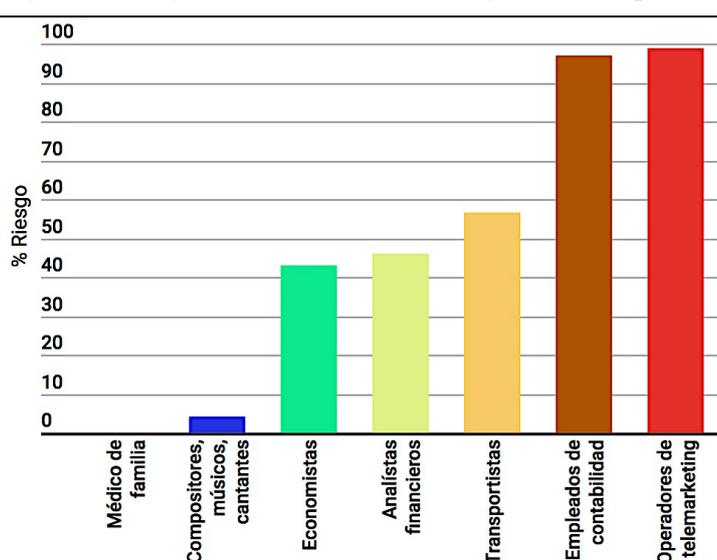


frente a intelectuales o no cualificados frente a altamente cualificados. En estos contextos, los trabajos manuales y de menos cualificación eran los que tenían más riesgo de desaparecer.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico actual ha favorecido el desarrollo de procesos de digitalización y automatización, por lo que estamos viendo como se produce un elemento diferenciador de momentos anteriores, ya que los trabajos amenazados ya nos responden al tradicional binomio manual y de baja cualificación, sino que se ven condicionados por el nivel de automatismo que posee, es decir por lo rutinario del mismo.

Este cambio que puede parecer superfluo cobra relevancia cuando se alerta de que las profesiones en riesgo pueden afectar a puestos de trabajo de alta cualificación y elevado componente intelectual como por ejemplo puestos de tipo administrativo, de fabricación, etc.

Figura 1: Riesgo de automatización de algunas de las profesiones actuales



Fuente: Caixabank Research a partir de datos de Frey y Osborne (2013) y del INE

De la Fuente (2004) manifestaba que sólo los países que apuestan decididamente por la inversión en educación podrían dar una respuesta rápida y eficaz a los nuevos
Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



cambios que se avecinan en el mercado laboral y el entorno social con el desarrollo de la sociedad de la información. El informe sobre el mercado laboral europeo, desarrollado por Cedefop (2010), señalaba que en el año 2020 el mercado laboral tendrá un reparto del 35% de profesiones y profesionales de alta cualificación, un 50% de profesionales de cualificación media y un 15% estará copado por profesiones y profesionales de baja cualificación.

Al revisar las estructuras de empleo de los países mas desarrollados encontramos que están virando hacia modelos profesionales polarizados, en los que conviven los empleos de mayor cualificación (profesionales y técnicos) con categoría de empleo de baja o media cualificación, asociadas a actividades de servicio, supletorias. Esta tendencia se reafirma al constatar como en los países desarrollados, entre 2002 y 2014, se ha producido un significativo descenso en el número de trabajos que requieren una cualificación media en los mercados desarrollados, lo que viene a confirmar este fenómeno de la “polarización del empleo”.

Con la excepción de Japón, los trabajos no rutinarios de alta cualificación están creciendo más rápido que los empleos de baja cualificación. No obstante, en EEUU los trabajos rutinarios todavía suponen alrededor del 40% de los empleos totales aunque el porcentaje de estos trabajos ha descendido significativamente en la última década.

El trabajo no rutinario requiere del desarrollo de “competencias intangibles” que se relacionan con las habilidades interpersonales y comunicativas o la iniciativa personal. Estas competencias, que actualmente no conforman un requisito fundamental para acceder al mercado laboral, en un futuro serán esenciales en la mayoría de los puestos de trabajo. En el nuevo mercado de trabajo, a los trabajadores se les exigirá que desarrollen tareas para las que las máquinas, entrenadas con datos y sucesos históricos,



no tienen una respuesta efectiva, tareas no rutinarias, con un componente de creatividad y en las que la inteligencia humana tiene un rendimiento muy superior que la artificial.

En este contexto, nuevamente, cobra una relevancia esencial el papel de la educación. Como señalaba el presidente del Consejo Económico y Social de Castilla y León, D. Germán Barrios, en la presentación del informe *Análisis dinámico del tejido empresarial de Castilla y León. Descripción del panorama actual, factores determinantes y líneas futuras de actuación*, para amortiguar el golpe que el nuevo mercado laboral, condicionado por el desarrollo tecnológico, puede tener en nuestro entorno, la formación tanto reglada como a lo largo de toda la vida ha de orientarse hacia el desarrollo de las competencias que el tejido de la industria 4.0 demanda (Consejo Económico y Social de Castilla y León, 2017).

A esto hemos de añadir que la tradicional relación que vincula el crecimiento del PIB con las mejoras de la productividad y el aumento de la mano de obra, también ha quedado obsoleta. Todas las predicciones hacen prever que las malas perspectivas demográficas a nivel mundial y en concreto de la mayoría de las sociedades avanzadas junto con el aumento de la automatización van a conllevar una reducción en la necesidad de mano de obra, a pesar de que es muy probable que no lo haga el PIB, principalmente, por el papel que jugarán los avances tecnológicos y la inteligencia artificial (IA), que algunas estimaciones señalan que contribuirán a aumentar la productividad entre un 0,8% y un 1,4% anualmente.

Tomando como referencia el contexto definido en el informe “Trabajar en 2033” (PwC España, 2014) sintetizamos las principales cuestiones que caracterizarán el mercado laboral de nuestro país en la próxima década y media.



Desde un punto de vista exclusivamente cuantitativo, España sufrirá un descenso aproximado del 4% en cuanto a su población activa, a pesar de que continuará la tendencia ascendente de incorporación al mercado laboral de las mujeres. Como sucede en la mayor parte de las economías desarrolladas sufriremos un importante envejecimiento de la población llegando a alcanzar los 14 millones de pensionistas, frente a los aproximadamente 9 millones que hoy tenemos. La demanda laboral de profesionales con alta y media cualificación crecerá en torno a un 7% y un 20% respectivamente. Este aumento se verá acompañado de un descenso de aproximadamente un 30% en las profesiones que requieren de una baja o nula cualificación profesional.

Tres parecen ser los principales sectores que liderarán nuestra economía; el medioambiental; el relacionado con las TIC; el turismo. Vinculados a estos sectores encontramos las profesiones que parecen tendrán una mayor demanda; hostelería, restauración, gestión medioambiental (agua y residuos), ingeniería de energías, físicos, químicos, asesores energéticos, profesionales de ocio, ingenieros de sistemas, programadores, especialistas en ciberseguridad, gestores culturales, gestores estratégicos y de redes sociales, planificadores de viajes, profesionales de la agroalimentación y profesionales relacionadas con la biotecnología.

En el informe se realiza una serie de encuestas a directivos de diferentes sectores que nos permiten entrever una serie de tendencias, alguna de ellas ya referidas en este informe.

El nuevo modelo productivo que caracteriza la economía mundial tiene como elementos definitorios básicos la innovación continua y la globalización estructural. Estos elementos condicionan y prescriben las competencias básicas que van a exigirse,



unas competencias centradas más en las habilidades y las capacidades que en la mera compilación de conocimiento. De las opiniones vertidas en el informe se desprende una concepción universal del talento, que tendrá un importante componente itinerante y estará muy bien retribuido. Por el contrario los trabajadores con media, baja o sin cualificación profesional se verán avocados a salarios bajos y tendrán la competencia directa por un lado de los trabajadores de las economías en desarrollo y, por el otro, de los procesos de robotización y automatización de los procesos productivos. En palabras de Friedman (2018) se verán empujados en tres direcciones a la vez: hacia arriba (requerirá más habilidad o un toque humano), hacia fuera (compite con más máquinas, robots o trabajadores de India o China), y hacia abajo (se quedará obsoleto más rápido que nunca).

Los profesionales con una alta cualificación tendrán que adaptarse a una nueva realidad en la que se integra la movilidad internacional y en la que será básica disponer de buenas habilidades socioculturales, competencias tecnológicas, capacidades para la innovación, la adaptabilidad y la multidisciplinariedad.

Así, los trabajadores con alta cualificación, con talento, tendrán una trayectoria profesional profesional a caballo entre varios trabajos o incluso proyecto específicos, funcionando como autónomos, con su propia marca. Algunos cálculos estiman que estos trabajadores tendrán una media de entre siete y diez puestos de trabajo que a lo largo de su vida profesional, repartidos entre varias empresas, actividades y sectores, y un elemento importante será que estos trabajos los alternarán con periodos de formación y aprendizaje permanente, dando lugar a itinerarios profesionales con una mayor indefinición.



Otra tendencia que podría definir y diferenciar el mercado del trabajo de las próximas décadas es la conformación de centros de trabajo multigeneracionales, en los que convivan *millennials*, nativos digitales, muy vinculados a los entornos digitales con trabajadores de mayor edad que aportan la experiencia y visión de una larga trayectoria profesional. Una trayectoria profesional, que probablemente se extienda hasta los 70 años y en la que co-existan diversas formulas de jubilación.

Esa realidad plural obligará al desarrollo de competencias para la gestión de la diversidad generacional, que vendrán a sumarse a las ya mencionadas así como a relacionadas con la diversidad de género y que conformarán el perfil competencial del trabajador con talento y éxito.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, parece evidente que nuestro sistema requiere de una revisión y adaptación normativa laboral que favorezca las posibilidades que requiere el nuevo modelo económico y minimice los efectos de este cambio modelo en relación con aspectos como la precariedad laboral, fomentando el máximo posible de seguridad en las relaciones laborales. En este ámbito cobra especial relevancia el concepto de “flexiseguridad” propuesto desde la Comisión Europea entorno al que se debe producir una profunda transformación de las relaciones laborales, y las políticas de protección social (desempleo, jubilación, etc.).

Por otro lado, el otro elemento fundamental para el aprovechar las oportunidades del mercado laboral definido por la economía laboral se relaciona con la educación. La formación, la capacitación cobra un papel crucial en el contexto anteriormente descrito. Nuestra actual composición de la fuerza de trabajo esta excesivamente polarizada, conviviendo en el mismo contexto, dos grupos extremos de profesionales, los de alta cualificación y los que no tienen o tienen un baja cualificación. El modelo prescrito a



nivel internacional señala una distribución futura ideal del mercado de trabajo compuesta por un 35% de profesionales con alta cualificación, un 50% con una cualificación media y un 15% con una baja o nula cualificación. Sin embargo, la realidad actual de nuestro mercado hace prever que en España, contrariamente a la tendencia global, serán las profesiones con cualificaciones medias las que vivirán el mayor incremento en la oferta de empleo en las próximas décadas (aproximadamente el 55%), seguidas por las ofertas de empleo de alta cualificación (en torno al 30%). Esta circunstancia se debe a la baja representación en el actual panorama profesional de profesionales con una cualificación media.

Al vista del panorama descrito, se recomienda abordar de manera inminente la planificación y reconversión de nuestro sistema educación, desde los primeros años de escolarización, como principal medida para hacer frente al cambio del modelo económico.

Esta modificación debe estar consensuada para tener estabilidad a largo plazo y, evidentemente, ir acompañada de las inversiones y dotaciones económicas necesarias para poder afrontar con garantías de éxito el cambio hacia un modelo social basado en el conocimiento.

La reforma del modelo de formación no sólo afecta al sistema educativo, sino que ha de ir acompañada de un cambio en la tradicional cultura empresarial de nuestro país. El tejido empresarial debe abrirse y fomentar la formación en el puesto de trabajo, el desarrollo de programas de formación continua así como la colaboración con las instituciones educativas en el desarrollo de programas de formación dual, tanto a nivel de formación profesional como de educación superior.



Sólo una apuesta clara y decidida en este sentido nos acercará a un modelo de sociedad sostenible en el que, la innovación, la formación y el desarrollo personal y profesional jueguen un papel central y nos permita caminar por la senda del bienestar social.

La rentabilidad social de las inversiones en educación y el contexto económico al que tenemos que hacer frente avalan de manera clara estas inversiones. El mañana puede ser mucho mejor que el hoy, pero para ello debemos huir de la inacción que en este sentido supondría un grave riesgo para el desarrollo socioeconómico de nuestro país.

2.3. STEM, importancia y relevancia socio económica; profesiones y competencias

Si no nos tomamos en serio la reforma educativa, habrá gente que diseñe robots, pero nadie para mantenerlos
Jordi Sevilla

El desarrollo de las competencias en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas es la piedra angular sobre la que los países con mayor desarrollo están asentado su nuevo modelo económico y social. Por lo tanto, las competencias STEM, junto con las citadas en los apartados anteriores forman parte del corpus competencial que requiere la ciudadanía del siglo XXI para desarrollarse en el actual contexto socioeconómico. Estas competencias, en un futuro inmediato, serán prácticamente imprescindibles para tener éxito en los modelos de sociedad que se están definiendo.

El fomento de las competencias STEM incrementa las posibilidades de desarrollo social y mejora las opciones y condiciones de empleabilidad de nuestros jóvenes. Y esto es así porque la mayoría de los indicadores nacionales e internacionales así lo marcan, considerándolas como un factor de ventaja en la mayor parte de las

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM



ofertas profesionales que encontramos en la actualidad. Dichas competencias las encontramos como un requerimiento prácticamente esencial para la empleabilidad en los próximos años, ya que serán la base sobre las que se armarán las profesiones y oportunidades que han de venir en los próximos años.

En Europa, las previsiones sobre la evolución de la demanda profesionales STEM son incontestables. Se estima que hasta el año 2020, en Europa, la demanda de profesionales STEM se incrementará un 14%, en valores absolutos en torno a millón de puestos de trabajo, un dato que señala bien a las claras la pujanza de este sector, sobre todo al compararlo con el referido a la demanda de profesionales de otros sectores, que para el mismo año su incremento se cifra en el 3%, de acuerdo con los datos del Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop, 2010).

Estos datos no son una excepción, ya que el aumento previsto por el Departamento de Educación de Estados Unidos para la década 2010-2020 en trabajos relacionados con la ingeniería biomédica se cifra en un 62%, los vinculados con la medicina científica en un 36%, los focalizados en desarrolladores de sistemas y de *software* en un 32%, por un 22% para analistas de sistemas informáticos y un 16% en el campo de las matemáticas. Incrementos todos, superiores al del resto de ocupaciones que se fijan en un 14%. Además, en términos salariales, en Estados Unidos se cuantifica que los sueldos de los profesionales con formación STEM se sitúan un 79% por encima de aquellos puestos no-STEM.

En este contexto el impulso de la formación en STEM ha tomado un papel protagonista en las políticas de planificación educativa de países como Estados Unidos, Reino Unido, Finlandia o la propia Unión Europea, arrastrando en estas iniciativas a organismos de índole supranacional.



Pero este impulso no se ha quedado en el contexto público, sino que compañías líderes en diversos sectores han puesto en funcionamiento bien en comunión con las administraciones públicas, bien a título particular, iniciativas que tratan de fomentar el desarrollo de vocaciones de carácter científico-tecnológicas entre los jóvenes.

Desde un contexto social, también se están desarrollando experiencias que buscan “popularizar” la ciencia, por medio de los denominados “*citizen science projects*” o proyectos de ciencia ciudadana, en los que los individuos contribuyen en la generación y diseminación del conocimiento científico. Estas actividades, tienen el valor añadido de “normalizar” y poner en relieve la figura del investigador en nuestra sociedad y, por consiguiente, también entre los estudiantes.

Por citar algunos ejemplos de la integración de proyectos STEM en el aula hacemos referencia a la plataforma *Scientix*, de European Schoolnet, el *National STEM Centre*, del Reino Unido, o las actividades del proyecto *Engage*, que promueve una investigación e innovación responsables desde un enfoque indagativo y a partir de áreas de conocimiento científico controvertidas.

Si tenemos en cuenta estas cuestiones, el futuro parece totalmente ligado a la innovación, la ciencia o la tecnología por lo que se han de definir los pasos necesarios para favorecer el desarrollo de estas competencias entre nuestros jóvenes. No obstante, consideramos, como recoge Friedman (2018) que no se ha de caer en el error de tomar como único axioma del desarrollo humano la formación y el desarrollo tecnológico y científico, por lo que se han de procurar también el desarrollo de competencias de índole humana, ética y relacionales, que favorezcan el desarrollo de un espíritu crítico y permitan analizar el verdadero impacto que los desarrollos tecnológicos pueden causar en nuestras sociedades.



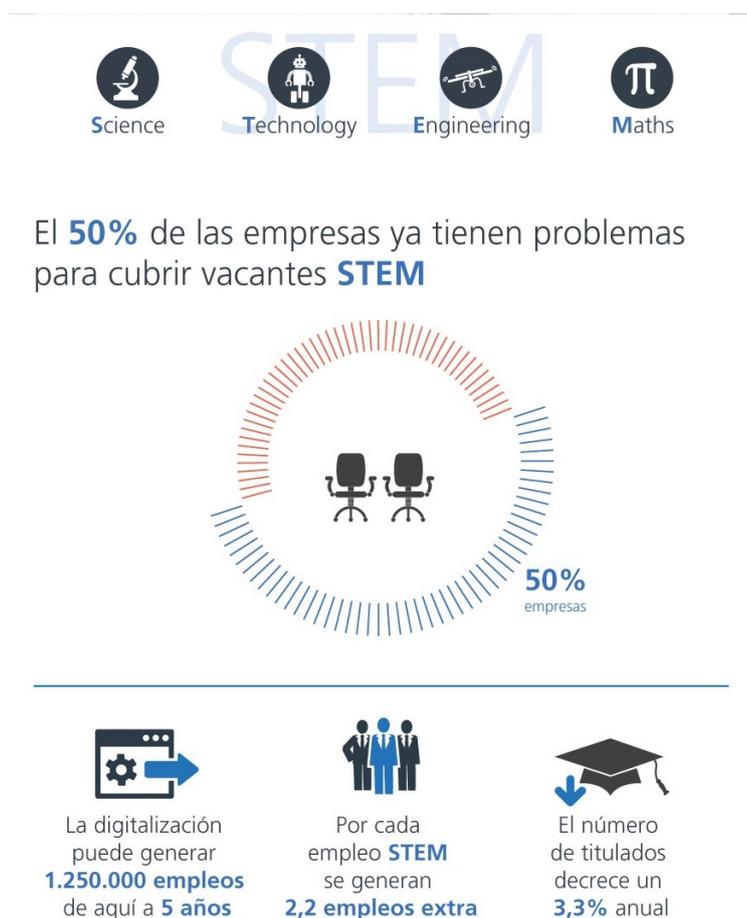
La combinación de estos dos perfiles dará como resultado los que Friedman (2018) define como los mejores trabajos del mundo, los trabajos de *STEMpatia*. Se tratan de trabajos que combinan las competencias científicas, tecnologías, ingenieriles y matemáticas con la capacidad empática de las personas. Bajo este prisma, Friedman (2018) señala que los sistemas, países, las empresas y los trabajadores que están gestionando mejor estos cambios son aquellos en los que se está reformulando los modelos formativos (educación formal, en el trabajo, etc.) hacia el desarrollo de estas competencias, que combinan la habilidad para sacar lo mejor que pueden hacer las máquinas y mezclarlo con lo que solo los humanos pueden hacer y comprender.

España tiene una posición rezagada en cuanto al peso del empleo STEM en la Unión Europea y es uno de los países más amenazados por el déficit de talento proyectado a 2020 y 2030, mientras en el polo contrario se situarían como países generadores netos de talento India, China, Sudáfrica y Brasil.

En España, los datos de Eurostat revelan que aproximadamente 15 de cada 1.000 graduados de entre 20-29 años tiene formación en STEM y los datos para Europa tampoco son alentadores, ya que de media tan sólo el 7% de los estudiantes se decantan por estudiar titulaciones STEM.



Figura 2. ¿Cómo afecta la digitalización al empleo STEM en España?



Fuente: Randstad Research (2016)

Randstad Research (2016) estimaba que en España la digitalización generará 1.250.000 empleos en los próximos 5 años y que aproximadamente el 31,6% de los mismos serán STEM puros (Science, Technology, Engineering & Mathematics), el 55% se corresponderían con empleos inducidos y el 13,4% con empleos indirectos.

En el mismo informe (Randstad Research, 2016) se deja entrever cómo serán los perfiles profesionales con mayor demanda en el mercado laboral inmediato, estableciendo seis categorías:



- “*Knowledge workers*”. Profesionales altamente cualificados, que difícilmente serán sustituibles por máquinas o inteligencia artificial. Conformarán el 38% de la mercado laboral.
- “*Líderes*”. Profesionales con habilidades para dirigir cambios en las organizaciones e innovar. Conformarán el 35% del mercado de trabajo.
- “*Trabajadores técnicos*”. Profesionales con formación especializada para desarrollar funciones específicas. Conformarán el 18% del mercado de trabajo.
- “*Operarios*”. Profesionales con baja o sin cualificación profesional, no requieren de habilidades ni conocimientos muy específicos y desempeñarán actividades de bajo valor. Conformarán el 5% del mercado laboral.
- “*Especialistas en oficios*”. Profesionales con conocimientos específicos para realizar ciertos oficios o profesiones. Conformarán el 3% de la estructura del mercado de trabajo.
- “*Especialistas en tareas repetitivas*”. Profesionales que usarán la información pero no generan ideas o conocimiento. Serán el 2% de la fuerza de trabajo.



3. Análisis del contexto

3.1. La enseñanza STEM en el contexto internacional y su repercusión socio-económica

Como acabamos de señalar, la adquisición y desarrollo de las competencias STEM es un tema central en la mayor parte de los países desarrollados. Encontramos así propuestas, análisis y planes estratégicos en países como Estados Unidos, Australia, Finlandia, China, Corea del Sur, Canadá, Japón, Francia, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Noruega, Sudáfrica, Suecia, Holanda, Reino Unido o Suiza, por citar algunos ejemplos.

Pero, ¿Por qué es tan relevante el desarrollo de competencias STEM? Cuando revisamos los informes sobre nuevas profesiones o acerca de los perfiles profesionales más demandados encontramos que, en la mayor parte de estas ofertas se recoge la necesidad de poseer competencias de base científica, tecnológica, ingeniera o matemática.

En el informe sobre las profesiones con una mayor perspectiva de crecimiento para el año 2022 desarrollado por el Departamento de Empleo de los Estados Unidos, se recoge que, dentro de las 35 profesiones con una mayor estimación de crecimiento en los próximos años, 14 se encuentran vinculadas con los sectores de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (Mullaney, 2015).

Según el informe de 2015 de la NACE (National Association of Colleges and Employers) la tasa de demanda y aceptación para los graduados en materias STEM ofrece muy buenas perspectivas.



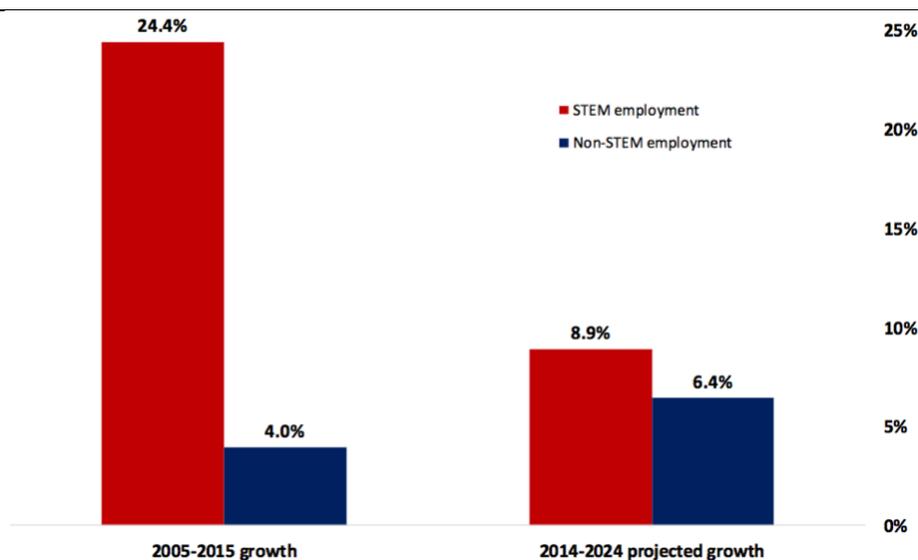
Figura 3. Tasa de oferta y de acceso a estudios STEM

Major	Offer Rate	Acceptance Rate
Computer Science	57.3%	76.9%
Engineering	55.2%	73.8%
Mathematics	49.0%	50.0%
Biology	38.5%	54.0%
Chemistry	34.1%	42.9%
Physics	26.3%	80.0%
Environmental Science	38.0%	42.1%
Other Natural Sciences	36.8%	42.9%

Fuente: NACE Informe “Insight Into STEM Graduates 2015

En el informe de 2017 del Departamento de Comercio Económico y Administración Estadística de Estados Unidos se observa el importante crecimiento observado hasta el 2015 en el empleo de profesiones relacionadas con el área STEM así como las previsiones hasta el año 2024, que aún siendo inferiores, sigue situándose en un 2,5% superior a favor de los empleos en áreas STEM (Figura 4 y Tabla 5).

Figura 4. Crecimiento real y proyectado en empleos STEM y No STEM



Fuente: OCE. National Bureau of Economic Research of USA



Siguiendo el citado informe puede observarse que la tasa de desempleo y el salario de las áreas STEM continúan siendo un activo atractivo tanto para los trabajadores como para el desarrollo del país (Figura 5 y Tabla 6)

Tabla 5. Empleo de trabajadores de 25 años con estudios universitarios y por ocupación y titulación STEM en el año 2015

	Total	STEM degree					Non-STEM degree
		Total	Computer	Math	Engineering	Physical and life sciences	
Total	47,971	11,316	1,807	702	4,326	4,480	36,655
STEM employment	5,693	3,918	977	186	1,973	781	1,775
Computer and math	2,773	1,702	806	137	573	185	1,071
Engineering	1,603	1,346	58	19	1,162	107	258
Physical and life sciences	753	537	10	13	70	445	215
STEM manager	563	333	104	17	168	43	230
Non-STEM employment	42,278	7,398	830	516	2,353	3,699	34,880

*Personas empeladas en miles

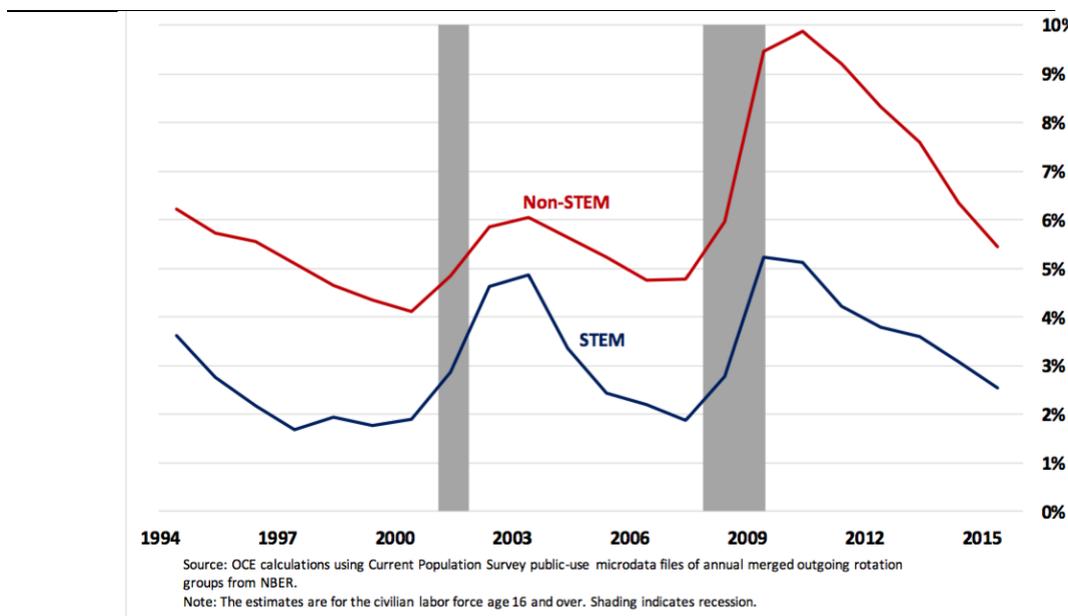
Fuente: OCE. American Community Survey

Aunque la tasa de desempleo para los trabajadores de STEM aumentó de 1.9% en 2007 a 5.2% en 2009 antes de caer nuevamente a 2.5 por ciento en 2015. La tasa de desempleo para trabajadores no STEM aumentó de 4.8% en 2007 a 9.5% en 2009 y luego siguió aumentando a casi 10% en 2010. A partir de 2015, la tasa de desempleo no STEM ha caído a 5,5%, es decir más del doble de la tasa de desempleo STEM.

Los trabajadores de áreas STEM tiene mejor salario de promedio que los empleados en áreas no STEM, independientemente de su nivel educativo. El diferencial de ganancias para los graduados STEM es mayor en porcentaje que para los graduados no STEM, de media ganaron 27,53\$ por hora, 11,32\$ más por hora. Los trabajadores con títulos de posgrado en trabajos STEM ganaron de promedio más de 45\$ por hora, más de 10\$ hora de media que con trabajos no STEM. (Tabla 6).



Figura 5. Tasas de desempleo en profesiones STEM y No STEM. 1994-2015



*Las estimaciones son con trabajadores civiles mayores de 16 años

Fuente: OCE. National Bureau of Economic Research of USA

Aunque todavía es relativamente pequeña en número, la fuerza laboral de STEM tiene un gran impacto competitivo para los países, el crecimiento económico y nivel de vida en general. Las profesiones STEM producen innovación (medida por las patentes) e incorporan las habilidades necesarias para la economía actual.

En un momento en que las empresas de todas las economías internacionales tienen dificultades para encajar a los trabajadores cualificados con los puestos de trabajo, la capacidad para adaptarse a las nuevas circunstancias y a los procesos asociada a los trabajadores de STEM hacen que sea un perfil profesional muy demandado por las empresas y países.



Tabla 6. Media de ganancias por hora de trabajo a tiempo completo y salario de los trabajadores STEM. Profesiones por etapa educativa. 2015

	Average hourly earnings		Difference	
	STEM	Non-STEM	Dollars	Percent
High school diploma or less	\$27.53	\$16.21	\$11.32	69.8%
Some college or associate degree	\$30.79	\$19.09	\$11.70	61.3%
Bachelor's degree only	\$39.28	\$28.34	\$10.94	38.6%
Graduate degree	\$45.37	\$35.16	\$10.21	29.0%

*Personas empedradas en miles

Fuente: Department of Commerce Economics and Statistics Administration Office of the Chief Economist (2017).

Podríamos concluir señalando que en un mundo cada vez más complejo, donde el éxito se basa no solo en *lo* que sabes, sino en lo que *puedes hacer* con lo que sabes, es más importante que nunca que los jóvenes estén equipados con el conocimiento y las habilidades para resolver problemas difíciles, aportar y evaluar evidencias, y dar sentido a la información. Estos son los tipos de habilidades que los estudiantes aprenden mediante el estudio de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, temas colectivamente conocidos como STEM.

Las evidencias nos indican que los empleos STEM están vinculados a un menor desempleo y a salarios más altos, independientemente del nivel de la formación académica u otros factores, por lo que el fortalecimiento en capacitación de las carreras y empleos STEM podrá brindar beneficios tanto a las empresas como a los trabajadores.

En esta línea presentamos una serie de programas e iniciativas desarrollados con la finalidad de promover y potenciar el desarrollo de competencias y vocaciones STEM en Norteamérica y en el entorno de Asia oriental y el Pacífico a título ilustrativo y para reseñar la relevancia que en estos contextos el desarrollo de estas competencias esta teniendo.



Acciones para potenciar competencias en Estados Unidos de América

El Departamento de Educación de los Estados Unidos¹ consciente de que son pocos los estudiantes estadounidenses que tienen experiencia en campos STEM, y de la falta de formación de su profesorado en estas materias ha planificado una estrategia para el desarrollo de competencias STEM a lo largo de todo el país.

De acuerdo con sus datos el 81% de los estudiantes de secundaria de origen asiático y el 71% de los estudiantes de secundaria de origen caucásico asisten a centros en los que se ofrecen todos los cursos de matemáticas y ciencias (Álgebra I, Geometría, Álgebra II, Cálculo y Biología , Química y Física). El acceso a estos cursos por parte de estudiantes de origen indio-americano, nativos de Alaska, negros e hispanos es significativamente más bajo.

Para el Departamento de Educación de Estados Unidos el 16% de los estudiantes de último año de secundaria son competentes en matemáticas y están interesados en realizar una carrera STEM. Además, sólo el 29% de los estadounidenses calificaron la educación de K-12 (pre-universitaria) de este país en el ámbito STEM como superior a la media o la mejor del mundo.

Con estos datos, el entonces presidente Obama articuló una clara prioridad para la educación STEM y se propuso lograr una distribución equitativa de las oportunidades de aprendizaje STEM, aumentar la calidad de la enseñanza en este campo y dotar al profesorado de las competencias suficientes para que todos los estudiantes tuviesen la oportunidad de estudiar en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

¹ <https://www.ed.gov/stem>



El Comité sobre Educación STEM (CoSTEM) de Estados Unidos ideó en 2013 la estrategia nacional para aumentar el impacto de las inversiones en los estados federales con el objetivo de fortalecer a sus ciudadanos en cinco áreas:

1. Mejorar la instrucción STEM desde la educación preescolar hasta el 12º grado, el equivalente en España de la Educación Infantil hasta el Bachiller.
2. Incrementar y mantener el compromiso público y juvenil con STEM.
3. Mejorar la experiencia de STEM para estudiantes de secundaria.
4. Mejorar la presencia de los grupos históricamente sub-representados en los campos de STEM (mujeres, hispanos y otras etnias minoritarias, colectivos de bajo estatus económico y/o cultural)
5. Diseñar una educación de posgrado relacionada con las carreras STEM del mañana.

El Plan Estratégico² tiene un carácter federal y una duración de 5 años, en los que se pretende fomentar y favorecer la Educación STEM. Asimismo, recoge una estrategia de apoyo a los docentes y estudiantes al objeto de mejorar la educación STEM.

Además de este plan estratégico, el Departamento de Educación de USA desarrollo otra serie de actuaciones destinadas a popularizar y hacer más visible la enseñanza STEM, y entre éstas nos encontramos el desarrollo de un programa de

² https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf



televisión, “Ready-to-Learn”³, destinado al alumnado de las etapas preuniversitarias y que tiene como objetivos:

- Facilitar la preparación y el rendimiento académico del alumnado de preescolar y primaria en temas STEM apoyando la programación, desarrollo y distribución nacional de programas de televisión educativa.
- Desarrollar y diseminar materiales de extensión educativa diseñados para profundizar y extender la efectividad de la televisión educativa y los medios interactivos.
- Construir comunidades sociales y virtuales de padres, educadores y estudiantes dedicados al uso de los citados materiales en los medios.

La formación de los docentes es otro eje importante para lograr potenciar las áreas STEM, y al objeto de facilitar recursos, apoyo y capacitación el gobierno de los Estados Unidos pone en funcionamiento los siguientes programas:

- “Fondo de Inversión en Innovación”⁴.
- “Fondo de incentivos para maestros”⁵.
- “Maestros para un mañana competitivo”⁶.

En sentido similar, surge también el programa “Race to the Top”⁷ cuyo objetivo se focalizaba en ayudar a los educadores a proporcionar a los estudiantes un aprendizaje más personalizado usando tecnologías innovadoras, de forma que el enfoque y el ritmo

³ <https://www.federalregister.gov/documents/2015/03/25/2015-06791/applications-for-new-awards-ready-to-learn-television>

⁴ https://www2.ed.gov/programs/innovation/index.html?utm_source=rssutm_medium=rssutm_campaign=the-u-s-department-of-education-announced-the-start-of-the-134-million-2014-investing-in-innovation-i3-grant-competition

⁵ <https://www2.ed.gov/programs/teacherincentive/index.html>

⁶ <https://www2.ed.gov/programs/tct/index.html>

⁷ <https://www2.ed.gov/programs/racetothetop-district/index.html>



de la enseñanza se adaptaran a satisfacer las necesidades e intereses individuales de cada alumno.

En el ámbito de educación no formal surgen los “Centros de aprendizaje comunitario del siglo XXI⁸” que cuentan con la colaboración de la NASA, el National Park Service y el Institute of Museum and Library Services, facilitando contenido STEM de alta calidad y experiencias para estudiantes de escuelas de bajos ingresos. Esta iniciativa se ha comprometido con unos 350 jóvenes en seis estados con cursos STEM fuera de la escuela enfocados a la ciencia y el medioambiente.

En lo referido a la educación superior, destaca el programa “Instituciones para hispanos-STEM⁹” que está ayudando a aumentar el número de estudiantes hispanos que curan y obtienen títulos en materias STEM.

Esta muestra de programas representa alguna de las formas en que los recursos federales ayudan a los educadores a implementar enfoques efectivos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje STEM; facilitando la diseminación y adopción de prácticas de instrucción STEM efectivas a nivel nacional; y promover experiencias de educación STEM que prioricen el aprendizaje práctico para aumentar la participación y el rendimiento de los estudiantes.

En las acciones no gubernamentales, ofrecemos el ejemplo de World Biotech Tour (WBT), una iniciativa que hace que la biotecnología tenga una importante presencia en destacados centros de ciencia y museos de todo el mundo. El programa,

⁸ <https://www2.ed.gov/programs/21stcclc/index.html>

⁹ <https://www2.ed.gov/programs/hsistem/index.html>



apoyado por la Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología (ASTC) y la Fundación Biogen, se desarrolló entre 2015-2017.

El WBT persiguió aumentar el impacto y la visibilidad de la biotecnología entre los jóvenes y el público en general a través de oportunidades de aprendizaje práctico y de debate. Entre sus objetivos destacan el:

Aumentar la cantidad de estudiantes matriculados en los cursos STEM y equilibrar la matrícula por género.

Aumentar en el número de estudiantes que se matriculan en los programas STEM en la universidad.

Aumentar los recursos disponibles para los estudiantes que se utilizan en el campo profesional, incluidas las instalaciones y equipos actualizados.

Aumentar la oportunidad para que los estudiantes establezcan relaciones con las empresas, ya sea a través de prácticas, experiencias de campo o trayendo profesionales a la escuela para trabajar con los estudiantes.

Crear una listado de miembros relevantes en la sociedad en el campo STEM que estén interesados en compartir sus conocimientos con los estudiantes.

Además de otras actividades¹⁰ que programan nos parece digna de reseñar el “Programa de Embajadores de WBT”. Este programa recluta estudiantes de 13 a 19 años para que realicen presentaciones sobre temas atractivos de biotecnología en sus escuelas y comunidades y animar a otros estudiantes a involucrarse. A medida que los embajadores se entrenan durante todo el año en comunicación científica, también interactúan con otros estudiantes internacionales a través de intercambios en línea

¹⁰ <http://community.astc.org/worldbiotechtour/activities>



organizados por ASTC. El programa ha permitido a los jóvenes una visión única de las carreras de STEM y un valioso acceso a científicos y líderes de la industria de todo el mundo.

Acciones para potenciar competencias STEM en Canadá

El informe “*Canada 2067*” (Parkin & Crawford, 2017) es la principal iniciativa nacional para potenciar en el futuro el aprendizaje en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) desde la Educación Infantil hasta el Bachillerato (12^a grado) en Canadá. Esta iniciativa parte del análisis de tres necesidades a partir del análisis de informes de evaluación realizados en el país. Las necesidades detectadas se podrían enumerar de la siguiente forma:

1. Aumentar la cantidad y la calidad de los graduados de las disciplinas STEM.
2. Ampliar el conocimiento de los campos STEM para todos los ciudadanos con el objetivo de satisfacer las demandas que se imponen en las sociedades tecnológicamente avanzadas.
3. Reorientar los sistemas educativos, abandonar las metodologías que supongan la reproducción de conocimiento establecidos y potenciar el desarrollo del pensamiento crítico, las habilidades para resolver problemas y otras competencias relacionadas con la capacidad de interaccionar con los miembros de la comunidad.

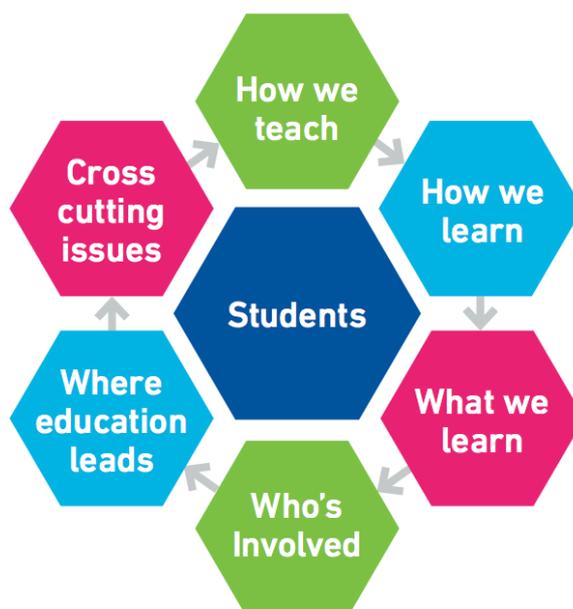
El gobierno de Canadá cree necesario establecer un debate para la reflexión en el país para buscar consenso en lo que consideran seis temas claves de la educación:

- How we teach? (¿cómo enseñamos?)
- What we learn? (¿qué aprendemos?)



- How we learn? (¿cómo aprendemos?)
- Where education leads? (¿hacia dónde va la educación?)
- Who's involved? (¿quiénes están involucrados?)
- Cross-cutting issues (temas/cuestiones transversales).

Figura 6. Temas clave de la educación.



Fuente: Canada 2067

“Canadá 2067” ha desarrollado un plan de acción para el aprendizaje de STEM con la finalidad de asegurar que los jóvenes canadienses estén preparados para competir, prosperar y contribuir en el rápidamente cambiante mundo del mañana. El plan plantea ocho recomendaciones clave para el debate:

1. Establecer un foro nacional con los agentes clave relacionados con el desarrollo del talento STEM.
2. Apoyar programas efectivos de enseñanza y aprendizaje STEM, dentro y fuera de la escuela, para entusiasmar a los jóvenes en la ciencia y ayudarles a



ver cómo la educación científica es relevante para la vida, sin tener en cuenta la carrera a la que quieran optar.

3. Establecer o mejorar los sistemas de recogida y seguimiento de recogida de datos efectiva sobre la participación de las escuelas de secundaria en Programas STEM, y datos sobre registros y tasas de graduación en programas STEM en programas universitarios.
4. Desarrollar mejores conexiones entre los pronósticos de empleo y las demandas de aprendizaje STEM, y poner esta información a disposición de las escuelas de manera relevante, para que los jóvenes y los padres estén más al tanto de las futuras oportunidades de empleo.
5. Crear conciencia sobre la amplitud de las oportunidades de carrera que están disponibles con el aprendizaje de STEM.
6. Llevar a cabo una revisión de todo el sistema de currículos STEM en Canadá para desarrollar programas que aumenten el interés y la participación en estudios STEM (cursos opcionales de secundaria y programas postsecundarios).
7. Evaluar los factores que afectan la capacidad de las universidades para apoyar y mantener los estudios STEM.
8. Determine un conjunto de puntos de referencia, con aportes del público, que puedan usarse para medir el estado de la cultura científica en Canadá.

El Gobierno de Canadá es consciente de que lograr un mayor éxito en el aprendizaje STEM es una responsabilidad compartida, que requiere la participación de todos los agentes del entorno, por ello incide en que cada colectivo debe comprometerse



y participar, de tal forma que recoge los siguientes compromisos y visión para cada uno de los grupos involucrados:

- a. **Los estudiantes.** Deben asumir la responsabilidad de su aprendizaje y buscar activamente las conexiones entre la ciencia escolar y la vida cotidiana; preguntar a sus maestros por los recursos necesarios para hacer ciencia de manera efectiva; buscar información sobre los trabajos que benefician del aprendizaje de STEM.
- b. **Las familias.** Participarán en las actividades de STEM con sus hijos; hablar con ellos sobre la importancia de seguir cursos STEM para que al terminar la escuela secundaria puedan mantener abiertas esas opciones, y apoyarlos en esos estudios. Buscar información para ayudar a sus hijos de la amplitud de trabajos disponibles en STEM.
- c. **Los educadores de K-12.** Buscarán hacer que el aprendizaje de STEM sea relevante para los estudiantes al proporcionarles contextos que sean significativos para ellos. Poner énfasis en la naturaleza y los procesos de la ciencia para ayudar a los estudiantes a desarrollar las competencias necesarias para el desarrollo académico del siglo XXI y el éxito en el trabajo.
- d. **Los educadores de Educación Superior:** Propondrán situaciones en la que el aprendizaje STEM sea más relevante para sus estudiantes, y ofrecer más programas interdisciplinarios que vinculen ese aprendizaje con otros campos que no son STEM (por ejemplo, estudios de políticas públicas y empresariales). Ayudar a los estudiantes a hacer conexiones entre el aprendizaje STEM y trabajos STEM. Apoyar a los educadores de primaria y



secundaria para que preparen a los estudiantes para el éxito en los estudios de postsecundaria.

- e. **Las Organizaciones sin fines de lucro y de divulgación del aprendizaje STEM.** Ofrecerán programas interesantes para todas las edades asegurándose de que los programas estén disponibles fuera de la educación formal, así como en asociación con las escuelas. Proporcionar oportunidades de participación a voluntarios.
- f. **La Industria/Empresas.** Buscará explicitar la conexión entre los resultados del aprendizaje STEM y el empleo. Apoyar el aprendizaje de STEM a través de la formación continua. Ofrecer puestos de cooperación y aprendizaje de apoyo. Facilitar a los empleados recursos y tiempo para invertir en el aprendizaje de STEM.
- g. **El Gobierno.** Apoyará prácticas efectivas de aprendizaje STEM. Revisar el currículo escolar para asegurarse de que los programas coincidan con resultados deseados. Apoyar a las escuelas, universidades y organizaciones sin fines de lucro de manera apropiada en sus esfuerzos por el aprendizaje y la divulgación de STEM.

Acciones para potenciar competencias STEM en Asia oriental y países del Pacífico

Desde Amgen Asia y Global STEM Alliance se desarrolló la encuesta "STEM Education in Asia Pacific", realizada por una agencia independiente de investigación externa para conocer lo que motiva a los estudiantes a estudiar carreras STEM en Asia oriental y países del Pacífico, así como incidir en la forma en que los maestros perciben la enseñanza de STEM.



La encuesta se realizó en línea en octubre de 2017, y participaron 1.580 estudiantes de secundaria de 13 a 17 años y 560 docentes de Hong Kong, Australia, Singapur, China, Corea, Japón y Taiwán, y participaron en el estudio la Universidad de Sydney, el Colegio Zhiyuan de Shanghai, Jiao Tong University, la Universidad China de Hong Kong y el Centro de Ciencias de Singapur.

Nos ha parecido de interés recoger en este apartado las principales conclusiones de la encuesta, ya que sobre ellas se están desarrollando planes para favorecer el desarrollo de las competencias STEM en esta importante zona a nivel económico. Las conclusiones principales del trabajo señalar que:

- Los estudiantes dicen que el acceso a experimentos prácticos y un currículo interesante son los factores más importantes para mantener su interés en estudiar STEM.
 - Sin embargo, menos de la mitad de los estudiantes están contentos con la formación que reciben en la escuela.
- Más del 80% de los estudiantes consideran que la calidad de la docencia de los profesores (que hacen que las clases sean divertidas y los temas interesantes) es importante para motivarlos a estudiar materias STEM.
 - Sin embargo, menos del 30% de los docentes están completamente de acuerdo en que sus escuelas brinden oportunidades y/o fondos para su desarrollo profesional.
- El 83% de los estudiantes quiere más actividades prácticas, mientras que más del 70% desea mejores experimentos prácticos y más experiencias del mundo real.



- Además del acceso limitado a la capacitación profesional, los maestros de STEM dicen que su mayor desafío es que los métodos de enseñanza actuales no se centran en cultivar la pasión de los estudiantes por STEM.

3.2. El desarrollo de programas para potenciar y favorecer el desarrollo de competencias STEM en Europa.

Como ya hemos recogido la educación STEM se orienta a desarrollar una gama de habilidades/competencias clave que son esenciales para vivir y trabajar en nuestra sociedad. Se espera que los trabajadores que se incorporen la mercado laboral participen en una variedad de actividades para las que han de prepararse en sus estudios, en las que incluyen:

- Usar sus habilidades, competencias y conocimiento para resolver los problemas de forma creativa
- Imaginar, hacerse preguntas y explorar
- Colaborar con otros
- Involucrarse en la investigación y el análisis
- Innovar, diseñar y crear nuevos productos
- Probar y modificar soluciones para resolver problemas complejos.

Como recogimos con anterioridad, la promoción del aprendizaje STEM es una prioridad para Europa y se vincula con el desarrollo de la “Estrategia Europa 2020”; la *estrategia europea del conocimiento*” a partir de la cual se busca el crecimiento sostenible de la UE para las siguientes décadas. La propuesta tiene por finalidad generar una Europa que centre su crecimiento en el conocimiento y retome su papel de



liderazgo en aspectos relacionados con la empleabilidad, la innovación, la educación, la integración social y la conservación y sostenibilidad del entorno natural.

Desde este enfoque se requiere de la provisión de un apoyo sistemático a los sistemas educativos e involucrar a un amplio elenco de organizaciones políticas, industriales y asociaciones interesadas en la educación STEM. Las oportunidades de aprendizaje STEM se presentan tanto en entornos formales como informales y pueden tener lugar, por ejemplo, en el hogar, museos, talleres de codificación o en la industria. También se extiende a las áreas de educación superior y superior.

Para mantener un ecosistema educativo de apoyo STEM, las partes interesadas deben aunar fuerzas y trabajar en el desarrollo de redes de aprendizaje conectadas. La importancia de esta colaboración asegurará que Europa esté mejor preparada para permitir que nuestros ciudadanos obtengan éxito y que nuestra economía prospere.

El aprendizaje STEM en contextos informales se brinda a través de un panorama de múltiples partes interesadas y programas variados, con contribuciones de departamentos y agencias gubernamentales, empresas e industrias, organismos profesionales, centros de ciencia, organizaciones comunitarias e instituciones de tercer nivel. Los organismos europeos apoyan y promueven el compromiso con el aprendizaje STEM en entornos informales que incluyen competiciones, exposiciones, ferias de ciencias, clubes extraescolares y semanas STEM.

Estas acciones requieren de un fuerte liderazgo para fomentar la creatividad en el aprendizaje y para apoyar el crecimiento de una cultura de innovación científica y tecnológica. La educación STEM también necesita de reformas educativas para proporcionar a los alumnos una experiencia STEM que sea relevante, significativa, motivadora y desafiante.



En esta línea desde la UE se recomienda la integración y el fomento de competencias STEM en las etapas de educación primaria y secundaria, por medio de actividades, proyectos y actuaciones de corte lúdico que permitan dar un enfoque global y funcional a los aprendizajes. Así, mostramos a continuación las principales propuestas y líneas de trabajo desarrolladas en este sentido para favorecer la integración de las áreas STEM en los sistemas educativos europeos.

Makerspaces

Los Makerspaces se pueden definir como un desarrollo tecnológico porque, efectivamente, los hacen posibles diversas herramientas tecnológicas tales como impresoras 3D, cortadoras láser y software de animación. Pero estas actividades trascienden a la tecnología, enfatizando experiencias de aprendizaje profundo y la generación de resultados a través de actividades prácticas.

Los Makerspaces fomentan el desarrollo de habilidades de alto nivel, como la resolución de problemas y la creatividad, al implicarse el alumnado en actividades de experimentación. Suele mencionarse frecuentemente la noción de que los errores son parte esencial del aprendizaje, pero lo cierto es que no siempre está inculcada en la cultura escolar. Con el desarrollo de Makerspaces se aboga por un proceso de experimentación e interacción, en el que los alumnos diseñan y construyen, mejorando continuamente los prototipos a medida que aprenden lo que funciona y lo que no. Aunque en un principio los Makerspaces fueron elogiados por su papel a la hora de estimular el interés en los campos STEM, actualmente se consideran un medio integrar STEM en el currículo.



Actividades de Robótica

La Robótica hace referencia al diseño y el uso de robots – máquinas automáticas que desarrollan una serie de actividades proliferando en todo el mundo hacen que los alumnos, en equipos, construyan y programen robots para alcanzar un objetivo definido o desarrollar una tarea de manera más rápida y eficaz. En el campo educativo hay experiencias muy diversas que van desde ligas estructuradas, como la Liga Lego, hasta laboratorios en los que se construyen y programan robots desde cero a través de sistemas libres como arduino.

Tecnologías Analíticas

Las tecnologías analíticas son una diversa gama de herramientas y aplicaciones que convierten datos en información. Actualmente, casi cada interacción que se hace en Internet o a través del consumo de bienes y servicios es registrada, almacenada y usada con algún fin, lo que ha llevado a la noción de big data, enormes cantidades de datos que reflejan el comportamiento y las acciones de la población.

Las tecnologías analíticas tienen el potencial de transformar el aprendizaje mediante la conversión de datos sobre alumnos en información comprensible, significativa y accionable. La Khan Academy es un ejemplo de cómo se pueden usar las tecnologías analíticas para crear una experiencia de aprendizaje adaptada e informada. La plataforma evalúa continuamente el progreso del alumno incorporando algoritmos para adaptar el contenido curricular a la enseñanza, antes de que los alumnos pasen al siguiente nivel de aprendizaje. Esta tecnología adaptativa permite la combinación de docentes, alumnado y familias.



Realidad Virtual

Por Realidad Virtual (VR) entendemos aquellos ambientes que simulan la presencia física de personas y/u objetos y experiencias sensoriales realistas. En un nivel básico, esta tecnología adopta la forma de imágenes 3D con las que interactúan los usuarios y que manipulan a través de una interfaz informática. Los dispositivos de Realidad Virtual se dividen en dos categorías: dispositivos de alta gama, como Oculus Rift, HTC Vive, o Sony PlayStation VR, y dispositivos económicos que incluyen el Samsung Gear VR y Google Cardboard, junto con accesorios como auriculares y controladores visuales. Algunas aplicaciones más modernas permiten a los usuarios sentir de manera más auténtica los objetos en estas pantallas a través de dispositivos basados en gestos, que proporcionan información táctil. Pueden crearse modelos de Realidad Virtual usándose diversos software CAD como Tinkercad, Unity y Sketchfab. Estas herramientas de creación pueden hacer que el aprendizaje sea más auténtico, permitiendo a los alumnos tener experiencias empáticas y aumentar su motivación.

Inteligencia Artificial

En el campo de la Inteligencia Artificial, la ciencia informática está encaminada a crear máquinas que se asemejen más a los seres humanos en sus funciones. Entre otras facetas, la Inteligencia Artificial incluye las capacidades de los ordenadores para tomar decisiones y hacer predicciones, informados por la exposición a conjuntos de datos masivos y por el procesamiento del lenguaje, cuyo objetivo es ayudar a los seres humanos a interactuar con las máquinas de manera similar a cómo interactúan entre ellos. Estas capacidades están impulsando una serie de desarrollos en las industrias, incluido el sector sanitario, los servicios financieros y la educación. Porque las



aplicaciones de Inteligencia Artificial tienen el potencial de impactar de manera positiva en la enseñanza y el aprendizaje, mejorando la metacognición de los alumnos, informando sobre metodologías pedagógicas efectivas, y liberando a los docentes de tareas tediosas.

Los datos de las tecnologías de Inteligencia Artificial pueden ayudar a los docentes a mejorar sus prácticas pedagógicas. Por ejemplo, estudiantes del centro de educación primaria Pakeman en Londres están emparejados con tutores de matemáticas ubicados en India y Sri Lanka a través de la plataforma en línea Third Space Learning. El software de Inteligencia Artificial de esta plataforma registra las clases y proporciona a los docentes alertas en tiempo real si hablan demasiado rápido o no permiten tiempo para las preguntas.

El Internet de las Cosas (IoT)

Se considera como la revolución pendiente y consiste en objetos dotados de procesadores o sensores incrustados que son capaces de transmitir información a través de la red. Estas conexiones permiten la administración remota, el monitoreo de estado, el seguimiento y las alertas. Prácticamente en todos los sectores está presente esta tecnología: desde el sector del consumo y sus dispositivos inteligentes (pulseras de actividad, electrodomésticos, bombillas, termostatos, etc.), hasta el sector de la salud, el comercio, la agricultura y la industria manufacturera. Así que los centros escolares también están haciendo uso de ella para disminuir los costes energéticos y aumentar las medidas de seguridad.



3.3. Las mujeres y STEM

Las mujeres siguen teniendo una infra-representación en los ámbitos y profesiones STEM. Esta circunstancia no parece haber mejorado sustancialmente con la incorporación de la mujer al mercado laboral, ni con el acceso de la misma a los estudios superiores. Así, en el informe publicado por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos *"Empleos de STEM: actualización de 2017"* se proporciona una mirada detallada sobre la dinámica de género en la economía STEM.

Estados Unidos asume que la importancia de los trabajos STEM para la innovación y el progreso. Estas profesiones están íntimamente relacionadas con la generación de nuevas ideas, recibir y comercializar patentes y proporcionar la flexibilidad y el pensamiento crítico necesarios en la economía moderna. Las mujeres a pesar de ser casi la mitad de la fuerza laboral de este país, siguen estando sub-representadas en empleos STEM, especialmente cuando éstos representan puestos estratégicos de poder. Por lo tanto, se requiere del desarrollo de políticas que aprovechen el potencial de las mujeres para contribuir aún más en este sector vital para el desarrollo económico. Los principales hallazgos de este informe son consistentes con las investigaciones previas realizadas y podrían sintetizarse en que:

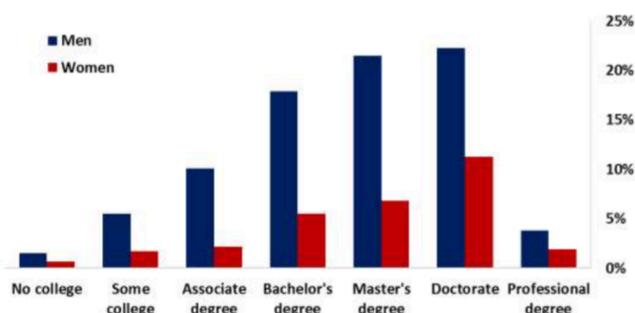
- Las mujeres ocuparon el 47% de todos los empleos en Estados Unidos en 2015, pero solo ocuparon el 24% de los puestos de trabajo de STEM. Del mismo modo, las mujeres constituyen un poco más de la mitad de los trabajadores con carreras con universitarias, pero representan solo el 25% de los trabajadores de STEM educados en la universidad.
- Las mujeres con empleos STEM ganaron un 35% más que las mujeres en empleos no STEM, por lo que podríamos decir que la brecha salarial de género



es menor en los empleos STEM que en los empleos no STEM. Las mujeres con trabajos STEM también ganaron 40% más que los hombres con trabajos no STEM.

- Si el porcentaje de mujeres que tiene títulos universitarios es similar al de los hombres en general, representan solo alrededor del 30% de todos los titulados en materias de STEM. Las mujeres representan una proporción desproporcionadamente baja de titulados en todos los campos de STEM, especialmente en ingeniería.
- Las mujeres con títulos STEM tienen menos probabilidades que los hombres de trabajar en una ocupación STEM; es más probable que trabajen en educación o en trabajos relacionados con la salud.

Figura 7. Reparto de trabajadores en profesiones STEM por género y etapa educativa. 2015



*Títulos profesionales incluidos (médicos, dentales, veterinarios y derecho) Estimaciones para empleados mayor de 16 años

Fuente: OCE

Tabla 7. Empleo total y STEM por género y título educativo. 2009 y 2015.

	Male		Female		Percent Female	
	2009	2015	2009	2015	2009	2015
All workers	73,580	79,067	67,058	71,506	48%	47%
College-educated	22,167	24,991	21,433	25,431	49%	50%
STEM workers	5,640	6,520	1,790	2,100	24%	24%
College-educated	3,259	4,469	1,199	1,497	24%	25%

* Estimaciones para empleados mayores de 16 años. Trabajadores titulados universitarios con al menos un título de grado . Cifras en miles de trabajadores

Fuente: OCE. Office of the Chief Economist .



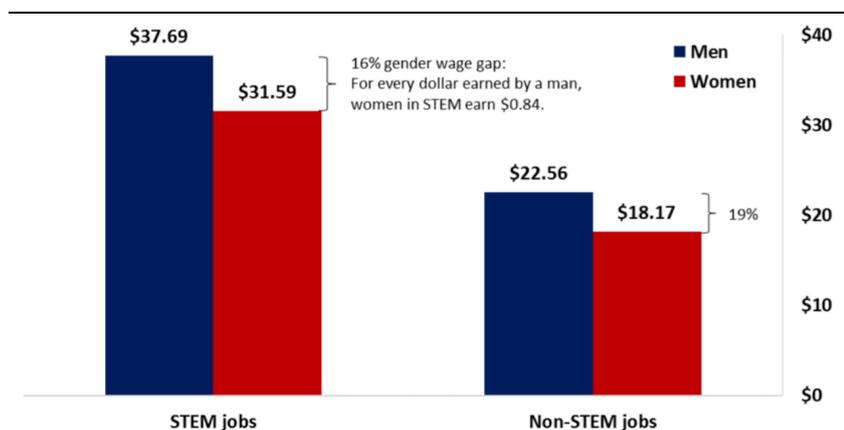
Tabla 8. Empleo en orofesiones STEM por género. 2009 y 2015.

	Male		Female		Percent Female	
	2009	2015	2009	2015	2009	2015
STEM total	5,640	6,520	1,790	2,100	24%	24%
Computer science and math	2,534	3,162	929	1,101	27%	26%
Engineering	2,079	2,195	330	364	14%	14%
Physical and life sciences	553	595	374	448	40%	43%
STEM managers	474	568	157	187	25%	25%

* Estimaciones para empleados mayores de 16 años.

Fuente: OCE. Office of the Chief Economist .

Figura 8. Ganancias medias por hora de trabajo y tipo de profesión por género. 2015



*Estimaciones para trabajos a tiempo completo y empleados mayores de 16 años

Fuente: OCE

En Europa el panorama es todavía peor. El informe de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo y al Comité Económico y Social Europeo, “Plan de Acción de la UE 2017-2019: Abordar la brecha salarial entre hombres y mujeres”, informa que la segregación sectorial es una de las causas principales de la brecha salarial entre hombres y mujeres.

La representación de hombres y mujeres varía de un sector económico a otro, las mujeres están menos representadas en algunos sectores de la economía, como la construcción, la fabricación, el transporte, las ciencias y las TIC.



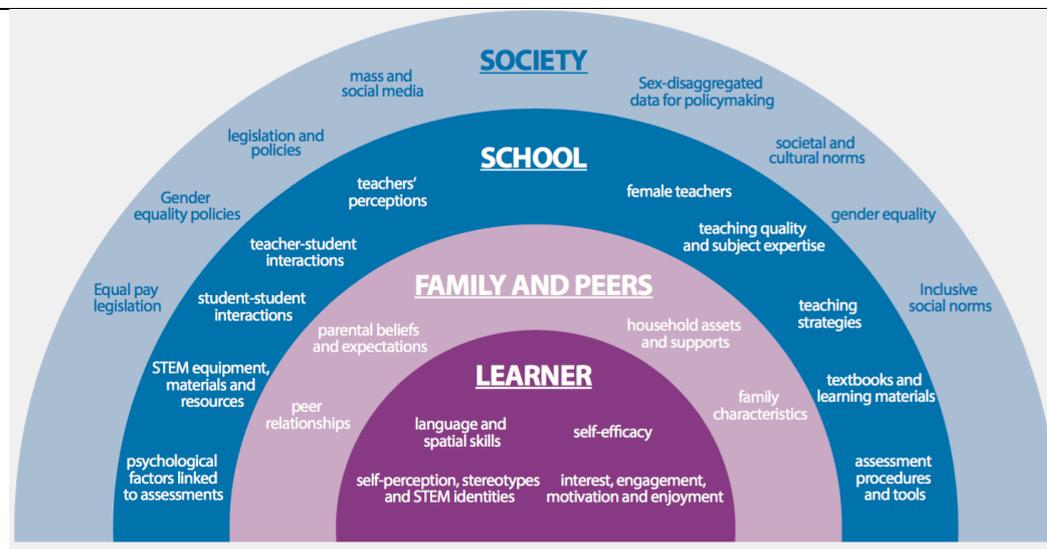
Las mujeres representan solo el 10% de la mano de obra en el sector de la construcción, el 22% en el sector del transporte y el 30% en la fabricación (frente al 46% del conjunto de la economía). Aunque en la economía el ámbito TIC ha crecido en los últimos diez años, solo alrededor del 16% de los casi 8 millones de personas que trabajan en las TIC son mujeres.

En los sectores de la ingeniería y la ciencia, la desigualdad entre hombres y mujeres es palpable: en 2014, las mujeres representaban el 46 % del total de los doctorados de la UE, pero solo el 28 % de los doctorados en ingeniería, industria y construcción y solo el 21 % de los doctorados en informática.

Atraer a más mujeres a los sectores de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas contribuiría a aumentar el PIB per cápita de la UE entre un 2,2 % y un 3 % en 2050. Dado que las opciones de estudio y carrera se toman a una edad muy temprana y éstas con demasiada frecuencia son irreversibles, la lucha contra la segregación en el mercado laboral precisa de medidas a nivel escolar. Los datos del PISA muestran que los estereotipos de género siguen prevaleciendo, lo cual da lugar a diferencias en la confianza en uno mismo y en la participación en diferentes campos.



Figura 9. Marco del ecosistema de factores que influyen en las mujeres para la elección, desarrollo y consecución de estudios STEM



Fuente: UNESCO

La situación descrita ha llevado al desarrollo en Europa de estudios que permitan determinar las “buenas prácticas” y abordar la segregación en la educación y en el mercado laboral. Las conclusiones de estos trabajos señalan la existencia de unos ejes estructurales sobre los que se anclan estas buenas prácticas. Estos ejes son:

- **Empoderamiento.** Aumentando la capacidad técnica y empresarial para inspirar a las mujeres a innovar, compartir sabiduría y tener voz en la industria.
- **Compromiso.** Utilizando el poder de la tecnología para unir a las mujeres para moldear su futuro y democratizar el mundo.
- **Educación.** Facilitando el aprendizaje y la construcción de habilidades a través del currículo avanzado y la programación dentro de los campos de STEM.



Políticas y acciones para fortalecer el acceso de las mujeres a las áreas STEM

Ante el anterior contexto no nos queda otra opción que preguntarnos acerca de lo que están haciendo los gobiernos para aumentar la presencia de las mujeres en los campos STEM.

Ante esta cuestión hemos visto como en Estados Unidos se ha reconocido que las mujeres están significativamente sub-representadas en las carreras de ingeniería y tecnología y desde el mismo gobierno se han fomentado campañas y solicitado a empresas y organizaciones que incluyan a más mujeres en las áreas STEM.

Estas campañas, también han sido desarrolladas en Reino Unido, por ejemplo, y se han centrado en contribuir en la eliminación de las barreras en la ciencia para las niñas y las mujeres, así como en establecer medidas que animen y faciliten a su participación en estas áreas.

Además de las iniciativas gubernamentales, otras iniciativas han surgido desde el mundo empresarial o de grupos y asociaciones de mujeres que buscan el apoyo mutuo para lograr animar a más mujeres a participar en el mundo de la ciencia, la ingeniería o la tecnología. En general, tratan de organizar eventos para ofrecer espacios de comunicación donde otras mujeres encuentren ideas y experiencias para conseguir participar o mantenerse en puestos de trabajos relacionados con áreas STEM.

Estas acciones nos han parecido de gran interés y están en la línea de lo expresado en apartados anteriores de fomento de *citizen science projects*, por lo que recogemos a continuación algunas de las asociaciones y organizaciones con mayor presencia y relevancia a nivel internacional:



- **Mothers of Innovation (Moi).** Es una asociación que se dedica a organizar conferencias anuales para explorar y celebrar el poder de las madres para cambiar el mundo, su objetivo es apoyar, destacar y promover innovaciones que faciliten la vida familiar. A través de experiencias en primera persona tratan de comunicar a otras madres las formas en que las madres están cambiando el mundo a su alrededor en educación, salud, finanzas y tecnología.
- **Wise.** Es una organización del Reino Unido que trata de a aumentar el equilibrio de género en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, con el objetivo de aumentar el número de mujeres del 13% actual al 30% para 2020.
- **Girl Scouts** de los Estados Unidos. Incorporaron el fomento de las competencias STEM en su programa con el objetivo de que las niñas puedan percibir cómo cambia el mundo a través de descubrimientos científicos. Una de sus propuestas es organizar viajes de liderazgo donde las niñas identifican un problema, presentan una solución, un plan sobre cómo llevarlo a cabo, la aplican y transmiten lo aprendido a otras compañeras. Organizan eventos especiales, auspiciados por patrocinadores relevantes para conectar a las niñas con profesionales y posibles carreras en el campo STEM.
- **WiSET.** Women in Science, Engineering and Technology (WiSET) está conectada con en el centro de educación científica de Sheffield Hallam University. Su objetivo es ampliar la participación en los campos STEM de las mujeres a través de programas de mentores. WiSET ofrece recursos, información, informes, asesoramiento y apoyo profesional, al tiempo que



establece actividades para ayudar a que las mujeres participen en la tecnología y carreras afines tanto en la formación como en y el empleo.

- **Women in Technology** . Es parte de la empresa de reclutamiento McGregor Boyall, es una bolsa de empleo que solo anuncia puestos de trabajo en empresas que han expresado un compromiso explícito para aumentar el número de mujeres en tecnología que trabajen con ellas. Las empresas establecen planes para retener a las mujeres que ya están en la empresa, analizando los problemas que causan a lo largo de su vida laboral el abandono de sus puestos de trabajo.
- **BCSWomen**. Es una empresa filial de la British Computer Society (BCS) que se dedica a apoyar la capacitación y el empleo de mujeres en puestos de tecnología e informática tras comprobar las dificultades que encuentran las mujeres que por razones familiares han optado por un descanso profesional.
- **#5smallsteps**. Es un movimiento impulsado por Danielle Newnham, cofundadora de We Make Play, que tiene como objetivo visibilizar a las mujeres en las compañías de tecnología lideradas por hombres. La idea es que las mujeres en roles de tecnología compartan sus historias, se comuniquen con periodistas, asesoren, hagan actividades de extensión y usen el poder de las redes sociales para ganar influencia, amigos y trabajo.
- **Mamá digital**. Es una de las organizaciones que intenta que las mujeres trabajen de manera flexible en línea, su objetivo es capacitar y orientar a las mujeres para el trabajo como gerentes de comunidades en línea utilizando las redes sociales ya que este tipo de actividad permite horarios flexibles que pueden hacer desde casa.



- **Women in Telecoms and Technology (Witt).** Fundada en 2001 por ejecutivos de la industria de las telecomunicaciones que percibieron la escasa presencia de la mujer en los niveles más altos de las organizaciones. El grupo asesora a los miembros de su consorcio y facilita que las mujeres compartan ideas y celebren conferencias y reuniones. Tiene 500 miembros dispersos en todas las empresas, incluidas BT, Vodafone, EE, IBM, Ofcom y Reuters.
- **Scottish Resource Center for Women in Science, Engineering and Technology.** Es una organización adscrita a la universidad, patrocinada por el gobierno escocés dedicada a aumentar el número de mujeres en formación y empleo en tecnología e industrias afines. Ofrece apoyo e información para facilitar la contratación y el mantenimiento o la vuelta al trabajo después de tener hijos.
- **Girls in TEch.** Es una organización sin ánimo de lucro que opera a nivel mundial cuyo objetivo es involucrar, educar y empoderar a niñas y mujeres apasionadas por la tecnología. Fundada en 2007 por Adriana Gascoigne, la organización tiene sede en San Francisco y cuenta con más de 50 organizaciones afiliadas localizadas en distintos puntos del mundo como América del Norte, Europa, Asia, Oriente Medio, África, y América del Sur. Girls in Tech ha creado un importante número de programas para aumentar el número de mujeres que trabajan en tecnología, incluyendo Aula Global, una plataforma de aprendizaje online que proporciona acceso a recursos y cursos online para mejorar el conocimiento en campos relacionados con STEM. Otros programas incluyen competiciones para la presentación de ideas de negocio, acciones de mentoría, y ofertas de trabajo en la tecnología, entre otras.



3.4. Medidas para impulsar el desarrollo de competencias STEM en Castilla y León.

En Castilla y León, nuestra Consejería de Educación, ha comenzado a dar los primeros pasos para instaurar en las aulas de enseñanza obligatoria materias que permitan acercarse al mundo STEM y despierten al curiosidad por este campo, impulsando el talento y la creatividad de nuestros jóvenes. En este sentido, la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa, ha puesto en marcha con carácter experimental desde el curso 2015-2016 varios proyectos de innovación educativa en relación con la integración de las tecnologías de la información y la comunicación. Así se estableció mediante la Resolución de 26 de enero de 2016, el proyecto de innovación educativa “Aprendizaje basado en estrategias y dinámicas de juego”, el proyecto de innovación educativa “TIC STEAM” (Resolución de 30 de septiembre de 2016) y el “Proyecto de Innovación Educativa 3D”.

En el curso escolar 2016-2017, se inició con carácter experimental el “*Proyecto de innovación educativa TIC STEAM*”. La finalidad de este proyecto es trabajar las competencias en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas (STEAM), mediante la aplicación de técnicas de programación y robótica, utilizando como medio transmisor las tecnologías de la información y la comunicación y facilitando al profesorado los medios de formación y apoyo necesarios para su posterior aplicación en el aula. Esta primera iniciativa tuvo como destinatarios al profesorado de educación primaria de los centros públicos de la Junta de Castilla y León. Al objeto de favorecer la implicación del profesorado en el proyecto esta actividad fue reconocida con cinco créditos de formación, bajo la modalidad de “Proyecto de Innovación Educativa”.



Los objetivos del proyecto fueron:

- Formar al profesorado en técnicas de programación mediante la utilización de lenguajes de programación libres así como su aplicación posterior sobre kits robóticos.
- Elaborar propuestas de trabajo para la resolución de pequeños retos de aprendizaje, utilizando las técnicas aprendidas a lo largo del proyecto.
- Desarrollar el proyecto de trabajo para su utilización en el aula.
- Fomentar las competencias STEAM entre el alumnado mediante la aplicación didáctica de técnicas de programación y la robótica.

El proyecto constaba de cuatro fases: Teórica, de aplicación, colaborativa y de evaluación:

1. Fase de formación teórica presencial y online para desarrollar los contenidos propios del proyecto.
2. Fase de aplicación para la elaboración de propuestas de trabajo para implementar en el aula.
3. Fase colaborativa en un aula virtual para favorecer en el intercambio y el aprendizaje en grupo. Esta fase contemplaba la ayuda en la resolución de dificultades y retos sobre los proyectos diseñados, su puesta en práctica en el aula y el seguimiento del mismo. La fase concluía con la reflexión final sobre las experiencias realizadas y las competencias adquiridas.
4. Fase de evaluación con la puesta en común sobre las propuestas desarrolladas de forma presencial.



Finalmente este proyecto fue evaluado por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa en colaboración con el Centro de Recursos y Formación del Profesorado en Tecnologías de la Información y de la Comunicación (en adelante, CRFPTIC) a través de tres ámbitos:

- a) El primero consistía en cuestionarios de opinión sobre la formación recibida, consecución de niveles competenciales, elaboración de contenidos, nivel de aplicación al aula y nivel de satisfacción.
- b) El segundo lugar se evalúa de impacto del fomento de las competencias STEAM mediante la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación.
- c) Para finalizar con la evaluación de la participación y colaboración en el espacio colaborativo. Por citar un ejemplo de los centros seleccionados en esta convocatoria, citamos el Programa “Padrinos TIC” desarrollado por el CEIP “Villa y Tierra” de Saldaña (Palencia).

En el enlace¹¹ que se muestra a pie de página se recogen las evidencias en formato blog que describen los principales aspectos del proyecto desarrollado: objetivos, contenidos, cronograma y descripción de actividades y materiales utilizados.

¹¹ <http://democraciaconclase.blogspot.com.es/p/tic-steam.html>



Entre ellos destacamos las actividades realizadas de programación con “Scratch”, la construcción de elementos mecánicos para explicar la transmisión del movimiento, la prácticas básicas de aplicación de elementos mecánicos y electrónicos, y los proyectos de robótica y programación con el kit “LEGO WEDO”.

Figura 10. Imágenes de las actividades de robótica con “LEGO WEDO”



Fuente: Blog “Democracia con Clase”

Un segunda iniciativa emprendida por la Junta de Castilla y León en el presente curso 2017-18, ha sido el **Proyecto de Innovación Educativa “Ingenia”** para fomentar las competencias STEAM entre el alumnado mediante la aplicación didáctica de técnicas de programación y robótica.

El proyecto pretende impulsar el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación promoviendo la formación del profesorado en técnicas de programación y su aplicación posterior sobre kits robóticos y ha sido la base sobre la que hemos



desarrollado nuestro trabajo de campo. Este proyecto tiene dos modalidades, una para Educación Primaria y otra para Educación Secundaria.

El programa “Ingenia Primaria” está dirigido al profesorado de educación infantil y primaria o servicios de apoyo realizado en colaboración con Robotix (LEGO Education). Los contenidos que se trabajan en esta modalidad son:

- Componentes e introducción al kit de Lego WeDo.
- Programación de robots con Lego WeDo.
- Presentación de la metodología 4Cs de LEGO Education.
- Diseño y construcción del robot LEGO Education WeDo 2.0.
- Actividades de resolución de problemas y creación de una actividad en equipo.

El programa “Ingenia Secundaria” se enfoca al profesorado de educación secundaria realizado en colaboración con Microsoft. Los contenidos para esta modalidad son:

- Iniciación a la robótica y a la programación con placas Arduino.
- Participación en el proyecto Hacking STEM de Microsoft.
- Construir y crear objetos y herramientas basadas en proyectos para visualizar datos a través de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM).

Los objetivos generales de ambos programas se pueden sintetizar de la siguiente forma:

- a) Formar al profesorado en metodologías innovadoras que mejoren sus competencias profesionales utilizando las últimas tecnologías, así como conocer sus principales aplicaciones didácticas.
- b) Elaborar proyectos educativos a través de metodologías activas y cooperativas, mediante el trabajo por proyectos, la resolución de problemas o el aprendizaje basado en retos.
- c) Desarrollo e implementación de proyectos de trabajo con los alumnos en el aula.



d) Fomentar el desarrollo de las competencias STEAM, incidiendo de forma especial en ciencias, tecnología e ingeniería.

En el Proyecto “Ingenia Secundaria” los contenidos abordados están en consonancia con los contenidos establecidos en las disposiciones oficiales para la materia relacionada con la programación, la robótica y el pensamiento computacional en 3º de la ESO: control y robótica (de libre configuración autonómica).

Esta materia engloba todos los pasos necesarios para resolver un problema tecnológico real, abarcando el conjunto de actividades pedagógicas dirigidas al diseño, la fabricación y montaje de un robot, las cuales se complementan con la elaboración del programa informático que permita el control del mismo. De modo singular, se aplica el caso cada vez más presente de la impresora 3D, un tipo específico de robot que cumple una función esencial dentro de la cultura “*maker*” y la filosofía “*do it yourself (DIY)*”, que engloban procesos de inteligencia, creación colectiva a través de la compartición de códigos, prototipos y modelados.

La programación como herramienta de control es utilizada en numerosos campos técnicos y sistemas de información, y es necesario conocerla para poder comprender y controlar la tecnología que nos rodea. Saber programar es fundamental para automatizar el funcionamiento de los robots y que éstos puedan interrelacionar con el entorno.

Por otro lado, para lograr el control de un robot es necesario aplicar conocimientos de mecánica durante el diseño de la estructura; así como de electricidad, electrónica y sensorica para dar movimiento al robot y conseguir que se adapte y comunique con la información del entorno.



Por lo tanto, a través de esta materia se integran conocimientos relacionados con las matemáticas, ciencias experimentales y tecnologías de la información y la comunicación, los cuales toman una mayor significación al ser orientados hacia la resolución de un problema tecnológico.

En 4º de ESO, la materia Programación Informática (de libre configuración autonómica) se ha organizado en tres bloques. El primero de ellos, «Introducción a la programación», pretende introducir al alumnado en las bases del pensamiento computacional, mostrándole las diferentes estrategias que dicho paradigma emplea para la resolución de problemas complejos. Por otra parte, se trata de otorgar una introducción global sobre qué es un lenguaje de programación, qué tipos hay y qué sintaxis se utiliza en cada uno de ellos, tratando de hacer ver la lógica que se halla detrás.

El segundo bloque, «Entornos de programación gráfica mediante bloques» proporciona un primer contacto con la programación informática mediante herramientas sencillas que, a su vez, contienen elementos básicos de los lenguajes de alto nivel (variables, sentencias, operadores...). El alumnado aprenderá a realizar aplicaciones apps para dispositivos móviles (tabletas o smartphones), animaciones y videojuegos, utilizando entornos gráficos en donde cada acción viene determinada por bloques en paletas que conforman determinadas instrucciones de movimiento, acciones condicionales, sensórica y otras acciones que determinan, en su conjunto, herramientas de programación de una inestimable validez.

El último bloque, «Lenguajes de programación mediante código» constituye un primer paso a la hora de proveer al alumnado de las habilidades necesarias para afrontar el aprendizaje de lenguajes de programación por código, cuya importancia radica en la



gran cantidad de aplicaciones y entornos audiovisuales en los que son empleados. El alumnado acometerá el aprendizaje de lenguajes procedimentales que requieren la descripción exacta mediante códigos concretos, de todo tipo de acciones a realizar.

Para participar en el “Proyecto Ingenia” en el curso 2017-18 se realizó una convocatoria pública, entre todos los centros de la Comunidad de Castilla y León, en la que se ofertaron 60 plazas para profesores correspondientes a 30 centros de Educación Primaria (*Ingenia – Primaria*) y la misma oferta de plazas para profesores y centros en Educación Secundaria (*Ingenia-Secundaria*) participando dos profesores por centro.

La asignación de centros al proyecto consideró una representación proporcional al número de alumnado de cada provincia de la Comunidad, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9. Distribución provincial de los centros del Proyecto Ingenia

Provincia	Equipos Primaria	Equipos Secundaria
Ávila	3	3
Burgos	4	4
León	4	4
Palencia	3	3
Salamanca	4	4
Segovia	3	3
Soria	2	2
Valladolid	4	4
Zamora	3	3

Fuente: Consejería de Educación. Junta de Castilla y León

Describimos a continuación las fases de desarrollo del proyecto “Ingenia Secundaria” por ser el universo poblacional del trabajo de campo desarrollado:

- **Fase de formación.** Que consistió en sesiones de formación presencial de 6 horas realizadas en el CRFPTIC de Palencia. En dichas sesiones formativas se explicó el proyecto Hacking STEM de Microsoft formado por 6 Unidades didácticas y actividades de STEM, lo que permitió a los grupos participantes construir y crear objetos y herramientas basadas en proyectos para visualizar



datos a través de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM).

- **Fase de aplicación al aula.** Esta fase se ha desarrollado en los centros dónde se han aplicado en el aula los proyectos educativos diseñados por los participantes. El cronograma previsto para la implementación en el aula era entre los meses de diciembre a marzo y se computará por 26 horas de formación.
- **Fase colaborativa.** A través de la Plataforma de Formación del Profesorado de la Junta de Castilla y León, los participantes deberán elaborar una Wiki en la que se vea con documentación gráfica el trabajo desarrollado. Como trabajo final tendrán que documentar el trabajo desarrollado mediante la creación de un vídeo explicativo (máximo 4 minutos). Fase que estaba prevista para desarrollar en los meses de diciembre a marzo, computada por 15 horas de formación.
- **Fase de evaluación.** En esta fase como se ha señalado en las páginas precedentes, se pretende evaluar la formación recibida, el nivel competencial relacionado con STEM alcanzado, la satisfacción, nivel de aplicabilidad al aula, la participación y la colaboración en el espacio colaborativo. Esta fase se encuentra desarrollándose en los centros por lo que no se cuenta aún con datos disponibles para su análisis.

Como se indica, en la Fase de formación, los docentes han recibido capacitación en relación con el proyecto *Hacking STEM* de Microsoft. En esta capacitación se dotó al docente de información, apoyo y seguimiento sobre los diferentes sub-proyectos, que pasamos a describir, con el objeto de integrar en los currículos oficiales las competencias STEM.



Proyecto Hacking STEM de Microsoft

El Proyecto Hacking STEM es una iniciativa gratuita de Microsoft que permite a los docentes actualizar e innovar en el currículum escolar utilizando metodologías que usan la investigación y el Aprendizaje Basado en Proyectos. Los centros y sus alumnos pueden acceder los proyectos a través de una plataforma web y mediante un código de acceso.

Los proyectos están diseñados para que los alumnos de Secundaria resuelvan experiencias del mundo real mediante la adquisición de roles concretos: ingenieros de software, científicos de datos, o ingenieros mecánicos o eléctricos. Estos Proyectos están conformados entorno a seis unidades didácticas que incluyen: las competencias que se van a desarrollar en cada unidad; los objetivos de aprendizaje; los contenidos; el diseño de actividades y materiales; recursos necesarios y enlaces a lugares web donde es posible conseguirlos, así como los instrumentos de evaluación acordes para superar cada actividad siguiendo los estándares educativos de la Next Generation Science y la International Society for Technology.

Los recursos que se utilizan en los proyectos son de bajo coste y fácilmente adquiribles, en algunos casos son objetos de uso cotidiano fácilmente reciclables.

Las Unidades Didácticas incluidas en el Proyecto Hacking STEM sobre las que se ha dado formación para su posible implementación en los centros de nuestra investigación son:

- “Usando el teorema de Pitágoras para medir la topografía”, bajo el lema “*construyendo y aprendiendo*” los estudiantes deben construir diferentes herramientas de medición de cartón o ladrillos LEGO para crear un plan de transporte inicial para un parque nacional. El alumnado debe utilizar el teorema



de Pitágoras para diseñar los caminos y calzadas para recrear un parque nacional mediante la adición de elementos topográficos en Paint 3D.

- La Unidad “Medición de la calidad del agua para comprender el impacto humano” presenta el reto a los alumnos de que actúen como hidrólogos de flujo. Deben construir un sensor de conductividad eléctrica utilizando materiales de bajo costo como pajitas y alambre, explorar las relaciones proporcionales utilizando gráficos de Excel para calibrar el sensor de conductividad eléctrica precisión y usar el sensor de calibrado para comparar y contrastar la calidad de diferentes muestras de agua visualizadas en un libro de trabajo de Excel personalizado.
- “Medir la velocidad para entender las fuerzas y el movimiento” tiene el objetivo de usar objetos cotidianos para sensorizar sus minicoches y medir la velocidad y la fuerza de colisión entre ellos.
- “Aprovechando la electricidad para comunicarse” plantea el objetivo de construir un telégrafo con objetos cotidianos para comprender la energía eléctrica y su papel en las comunicaciones. Deben además de enviar y recibir información en el código Morse utilizando el telégrafo construido. Plantean diversas variantes sobre esta actividad como de la construcción molinos de viento para entender el comportamientos de la electricidad o anenómetros para comprender los fenómenos meteorológicos.
- La Unidad Didáctica “Construyendo máquinas que emulan a los humanos” consiste en crear un modelo de mano robótica a partir de cartón y pajitas para comprender la anatomía y biomecánica de la mano humana. Con ello, se



pretende que comprendan la relación entre la biomecánica humana y la robótica mediante la creación de máquinas que imitan al ser humano.

- “Usando el pensamiento computacional para entender los terremotos” presenta el reto a los estudiantes de construir un sismógrafo para visualizar los datos de un terremoto y explorar las técnicas modernas de ingeniería utilizadas para mitigar el daño causado por el terremoto, por ejemplo utiliza el pensamiento informático para visualizar el comportamiento de los edificios ante un terremoto o utilizar macrodatos de Excel para comprender la tectónica de placas.

Figura 11. Imágenes de recurso para las actividades del Proyecto Hacking STEM



Fuente: Proyecto Hacking STEM

En la página web de Microsoft¹² puede encontrarse un interesante abanico de posibilidades e ideas para que los profesores puedan implementar este tipo de actividades, además la web se actualiza periódicamente incluyendo más actividades similares. Se permite cooperar con la plataforma para que el profesorado y su alumnado puedan compartir sus proyectos con otros centros.

¹² <https://www.microsoft.com/es-es/education/products/education-apps/default.aspx>



Además de estas actividades, los docentes de nuestra comunidad disponen de información y recursos que les ayudan a integrar y desarrollar las competencias STEM en sus programaciones. De manera generalizada encontramos actividades esencialmente relacionadas con técnicas de programación y la robótica para la resolución de pequeños retos de aprendizaje a través de las TIC y con el uso de metodologías activas. Sin ánimo de profundizar en cada una de ellas, consideramos de interés para el desarrollo de esta memoria el mencionar y explicar de manera breve alguno de los proyectos e iniciativas que han tenido una mayor trascendencia en el contexto de nuestra Comunidad.

Proyecto 'Creando código'

“Creando código” es un conjunto de proyectos prediseñados de programación y robótica pensados para ser aplicados al aula y adaptados a las materias y currículo de educación Infantil, Primaria y ESO.

Ofrece itinerarios de formación metodológica, un número abundante de proyectos sencillos y motivadores que incluyen: guía didáctica, materiales para el profesor, rúbricas, materiales para el aula y para los alumnos, etiquetas de puntos para premiar o pasaporte de puntos para los alumnos. Cada proyecto dispone de un itinerario de aplicación con formación específica para facilitar al profesorado su puesta en práctica.



Figura 12. Imagen de placa de arduino



Fuente: Creando Código

Programa escuela TIC

El programa ‘Escuelas de verano’ puesto en marcha por la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa de la Consejería de Educación de nuestra Comunidad de JCyL ha puesto en funcionamiento diferentes acciones y experiencias formativas intensivas y de especialización. En concreto, cursos sobre robótica y programación, dirigidos a profesorado de Secundaria de Tecnología e Informática o cursos sobre diseño e impresión 3D.

Proyectos Crea y Explora

El objetivo del proyecto *Crea* es formar al profesorado en técnicas de impresión 3D, mientras que el proyecto *Explora* trabaja todo lo referente a la integración de técnicas de realidad virtual en el aula. De manera transversal estos proyectos tratan de fomentar el desarrollo de las competencias STEAM incidiendo de forma especial en ciencias, tecnología e ingeniería.

A través de estas iniciativas se promueve el uso de los últimos avances tecnológicos y se pretende formar a los participantes en metodologías innovadoras que



mejoren las competencias profesionales del profesorado así como conocer sus principales aplicaciones didácticas.

Del mismo modo que los proyectos Ingenia, en Crea y Explora el profesorado recibe una formación presencial, trabaja de forma colaborativa con el resto de participantes y desarrolla un proyecto en el aula con sus alumnos.

Como hemos señalado anteriormente las mujeres sufren una infra-representación en el ámbito STEM y en muchos de los trabajos y estudios de investigación realizados existen sesgos de género que hace más complicado conocer la situación real del colectiva en torno a las vocaciones y competencias STEM. Esta realidad es combatida desde la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León con la puesta en funcionamiento de un programa específicamente pensado para las chicas denominado *STEM Talent Girl*.

STEM TALENT GIRL

Este programa, con sedes en Castilla y León, en Burgos y Valladolid, mientras que en Cantabria la tiene en Santander. Su principal misión inspirar y empoderar a niñas, jóvenes y mujeres con el fin de que desarrollen su talento y prosigan brillantes carreras profesionales en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

Como indicábamos anteriormente en la actualidad las vocaciones STEM no solo son insuficientes, sino que además las mujeres representan un porcentaje muy reducido de las mismas. A pesar de ser la mitad de la población ocupan solo un 25% de los empleos relacionados con las áreas STEM, por lo que urge fomentar las vocaciones STEM, especialmente entre las niñas, de forma que se pueda conseguir un talento 4.0 y un liderazgo sin género en las áreas STEM que contribuya a satisfacer la demanda de



perfiles digitales, científicos y tecnológicos que son claves para la industria 4.0 y la transformación digital de nuestra economía.

Figura 13. Imágenes de STEM Talent Girl



Fuente: STEM Talent Girl

Los programas STEM TALENT GIRL tienen tres niveles, dirigidos a diferentes etapas vitales de las chicas y mujeres:

- *Science for Her* pensado para los cursos superiores de la etapa educativa de secundaria obligatoria
- *Mentor Women* dirigido especialmente para el bachiller y orientado a fomentar la elección de carreras STEM
- *Real Work* dirigido a universitarias recién egresadas para fortalecer el emprendimiento.

Diferentes empresas colaboran con la puesta en práctica de los distintos programas y ofrecen distintos tipos de eventos y actividades puntuales como



conferencias y encuentros¹³. Pretende ser también un espacio colaborativo que facilite la colaboración de empresas y mujeres que ocupan puestos relevantes en las áreas STEM para potenciar el fortalecimiento de estos programas.

Science for Her

Se trata de un programa gratuito dirigido para el desarrollo del talento y el fomento de las vocaciones STEM en alumnas de 3º y 4º de Secundaria mediante masterclasses y sesiones de shadowing con mentoras. Consta de tres módulos educativos:

- Talent Search para la identificación proactiva del talento.
- Masterclass para enriquecer el conocimiento, desarrollar competencias y entrar en contacto con mujeres relevantes en el ámbito STEM.
- Sesiones de shadowing para experimentar en primera persona y en contextos reales perfiles profesionales en el ámbito STEM con el acompañamiento de mentoras.

Mentor Women

El programa Mentor Women, está pensado para el desarrollo del talento y el fomento de vocaciones científico-tecnológicas dirigido específicamente a mujeres para favorecer la elección y continuidad en carreras STEM mentorizadas por mujeres que desarrollan actividades profesionales en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Este programa de mentorización tiene tres niveles dirigido a alumnas de Bachillerato

¹³ <https://talent-girl.com/>



(Mentor B), Universitarias (Mentor U) y jóvenes egresadas con talento (Mentor E). Los objetivos que persigue Mentor Women son los siguientes:

1. Fomentar las vocaciones STEM entre la población femenina.
2. Incrementar la identificación del talento en la población femenina y su participación en programas para el desarrollo del talento.
3. Plantear el atractivo de las carreras STEM y sensibilizar a las alumnas mediante experiencias reales en colaboración con investigadoras, científicas, ingenieras y profesionales STEM del entorno.
4. Favorecer el emprendimiento femenino.
5. Involucrar a las empresas e instituciones a través de su Responsabilidad Social Corporativa en el desarrollo del talento.

Las alumnas son mentorizadas por mujeres STEM que acompañan y orientan su desarrollo profesional y con las que desarrollan proyectos de mutuo interés en función de la etapa educativa en la que se encuentre la alumna.

Real Work

Real Work es un programa de becas y prácticas en empresas de base tecnológica dirigido a mujeres emprendedoras con talento y recién egresadas de la universidad.





4. Vocaciones y Motivación hacia los ámbitos STEM

4.1. Perfil vocacional y diferenciación con el concepto de Motivación

A pesar de la importancia de las competencias STEM en los sistemas productivos futuros, se percibe una disminución de la motivación de los estudiantes en centrar su formación en este campo de conocimiento. En general, ha descendido el número de estudiantes que se matriculan en estos estudios a pesar de la importancia cada vez mayor de las cuestiones científicas (Bøe, Henriksen, Lyons, & Schreiner, 2011; Kelley & Knowles, 2016; Lyons, 2006a; Multon, Brown, & Lent, 1991). Este problema aparece tanto en la educación superior (Oon & Subramaniam, 2010) como en la educación secundaria (Bennett, Lubben, & Hampden-Thompson, 2013; Lyons, 2006b; Solbes, 2011). Asimismo, es una cuestión que afecta a diversos países del mundo (Bøe, 2012; Lyons, 2006a). Concretamente, los resultados de un estudio realizado en Reino Unido, a estudiantes de entre 14 y 18 años, indicaron que un 44% de los estudiantes consideraba esta opción formativa como poco interesante y aburrida.

No es infrecuente tanto en la vida cotidiana, como en informes y estudios que se utilicen los términos “interés”, “motivación”, “actitud” o “vocación” como conceptos sinónimos, en ocasiones sin definirlos o sin explicar las teorías subyacentes desde donde se explican. La “vocación” según la RAE se define como la inclinación a una profesión o una carrera. Desde un punto de vista educativo, “la motivación” impulsa y orienta a los estudiantes a dedicarse a actividades académicas específicas y determina el nivel de aprendizaje de estas actividades. Para Githua y Mwangi (2003), la motivación está compuesta por cuatro dimensiones: interés, relevancia, probabilidad de éxito y



satisfacción en aprender. El “interés” surge de la curiosidad del estudiante por aprender, responder y poner atención a una materia en particular, la “relevancia” corresponde al nivel de percepción que los estudiantes le dan al significado y valor del contenido de alguna materia en particular. La “probabilidad de éxito”, indica la percepción del alumnado sobre la posibilidad de tener éxito a través del control personal de sus comportamientos. Es decir, los alumnos se esforzarán en aprender cierta materia si creen que es probable obtener un buen desempeño en ella. Por último, la “satisfacción” es el equilibrio psicológico percibido por el alumnado debido a la experiencia de recompensas extrínsecas y a la realización de crecimiento personal intrínseco (Githua y Mwangi, 2003).

La teoría cognitiva social, desarrollada por Bandura (2005) explica el aprendizaje y la motivación humana en términos de interacciones recíprocas que involucran características personales (por ejemplo la motivación intrínseca, autoeficacia y autodeterminación), contextos ambientales (por ejemplo la formación recibida en la escuela secundaria) y el comportamiento (por ejemplo inscribirse en cursos de verano sobre robótica). Si bien hay muchas teorías del aprendizaje y la motivación que explican ciertos aspectos de la conducta, la amplitud de la teoría cognitiva social la hace especialmente aplicable a este estudio. La teoría cognitiva social fue diseñada para "explicar cómo las personas adquieren competencias, actitudes, valores, estilos de comportamiento y cómo motivan y regulan su nivel de funcionamiento" (Bandura, 2006, p.54). La motivación para aprender materias STEM se define como un estado interno que despierta, dirige y sostiene el comportamiento hacia el aprendizaje de las materias relacionadas con las ciencias, la tecnología y las ingenierías. Los estudiantes motivados obtienen logros académicos al participar en conductas tales como estudiar,



preguntar, buscar consejos y participar en clases, laboratorios y grupos de estudio (Schunk et al., 2008). Los estudiantes que están motivados para aprender y participar en el aprendizaje de materias STEM perseguirían inscribirse en estudios de calidad relacionados con estas áreas y en obtener buenos empleos en las mismas.

Sanfeliz y Stalzer (2003), como muchos profesores de ciencias en la educación secundaria, creen que una de sus responsabilidades educativas más importantes es fomentar la motivación de los estudiantes para aprender. Según Sanfeliz y Stalzer, los estudiantes motivados, disfrutan de aprender estas ciencias, creen en su capacidad de aprender y asumen la responsabilidad de su aprendizaje. La motivación para aprender es una construcción multicomponente que según la descripción de Sanfeliz y Stalzer (2003) sugiere tres tipos de componentes: la motivación intrínseca, la autoeficacia y la autodeterminación. La motivación intrínseca (Simpkins, Davis-Kean y Eccles, 2006), es la satisfacción inherente en aprender estas ciencias por sí mismas, la autoeficacia es la creencia de los estudiantes de que pueden lograr buenos resultados en estas áreas, y la autodeterminación es el control que los estudiantes creen que tienen sobre el aprendizaje de estas materias. Estos componentes de motivación pueden influir potencialmente en la activación, dirección y mantenimiento del comportamiento de aprendizaje en áreas STEM en los estudiantes. En esta línea, son varios los trabajos que han centrado su interés en conocer la relación entre la motivación de los estudiantes de secundaria hacia la ciencia y su elección de asignaturas de este ámbito (Palmer, Burke, & Aubusson, 2017; Sheldrake, 2016; Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2015). La motivación hacia la ciencia parece estar relacionada con la elección de estudios universitarios del campo STEM (Aeschlimann, Herzog, & Makarova, 2016; Cerinsek,



Hribar, Glodez, & Dolinsek, 2013; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2015) o la persistencia en ellos (Shedlosky-Shoemaker & Fautch, 2015).

En esta línea, el estudio realizado por Aeschlimann et al. (2016), con estudiantes de secundaria suizos, concluye que fomentar la motivación de los estudiantes tiene un impacto positivo en su disposición a elegir un campo de estudio de STEM. Los resultados indican que la motivación hace que aumente el valor intrínseco de los estudiantes hacia las matemáticas y la ciencia y, con ello, aumenta la probabilidad de elección de carrera de STEM.

La motivación también guarda relación con la cuestión de **género**. Esta variable ha sido ampliamente estudiada en relación al campo STEM (Boedeker, Nite, Capraro, & Capraro, 2015; Sáinz & Müller, 2018). Aunque las tasas de participación de hombres y mujeres en educación secundaria y superior se ha igualado (Jarman, Blackburn, & Racko, 2012) aún siguen existiendo diferencias de género en relación a la preferencia de estudios y campos ocupacionales (Bottia, Stearns, Mickelson, & Moller, 2018). Los datos de PISA22 muestran que los estereotipos de género siguen prevaleciendo, lo cual da lugar a diferencias en la confianza en uno mismo para campos STEM. En este sentido, Ceci, Williams, & Barnett (2009) indican que la motivación es una de las variables que puede explicar la escasa presencia de las mujeres en las profesiones relacionadas con STEM. Este planteamiento se basa en el hecho de que los intereses y motivaciones de los chicos y las chicas en las clases de ciencias son diferentes (Aeschlimann et al., 2016). Desde este planteamiento, la práctica educativa debe considerar los diferentes intereses de las estudiantes y los estudiantes hacia las asignaturas de ciencias (Hoffmann, 2002). Las estudiantes muestran mayor preferencia hacia las actividades que involucran a personas, mientras que las interacciones con



objetos tienen una prioridad más alta para los estudiantes (Ceci et al., 2009). En género factores sociales que son contrarios a la motivación en elección STEM son: la imagen en los medios, la desigualdad en salario por género, las ofertas y el mantenimiento en el puesto de trabajo.

Otro factor, que pueden influir en la elección de materias STEM, está relacionado con la **utilidad percibida** por los estudiantes sobre las cuestiones del campo científico. Los estudiantes consideran que las competencias STEM no son relevantes para su vida cotidiana (McDonald, 2016). En este sentido, McDonald (2016) precisa que, aunque la mayoría de los estudiantes reconocen la importancia de STEM para la sociedad, no ven la importancia de STEM para ellos mismos como individuos.

La **transición de la escuela primaria a la secundaria** es otra de las razones que se han esgrimido para explicar la disminución de estudiantes en especialidades estudios indican que el **interés** de los estudiantes en las disciplinas científicas **disminuye** a una edad temprana. Concretamente, parece que los estudiantes muestran actitudes positivas alrededor de los 10 años, disminuyendo el interés en torno a los 14 años (Lyons, 2006b; Renninger & Hidi, 2011). Por tanto, las experiencias positivas en los primeros años de escuela secundaria tienen un papel importante en el compromiso futuro de los estudiantes con las materias STEM (McDonald, 2016). En este sentido, hay investigaciones cuyos resultados apuntan a que los años de adolescencia son cruciales para el desarrollo y mantenimiento del interés STEM (Caleon & Subramaniam, 2008; Frome, Alfeld, Eccles, & Barber, 2006).

Por su parte, McKinney (2009). En (McDonald, 2016) identifica la implementación de **modelos pedagógicos ineficaces** como un factor clave que puede explicar la desvinculación de los estudiantes hacia el campo STEM. Así, el uso de



prácticas pedagógicas efectivas ha demostrado aumentar el interés y la motivación de los estudiantes y la mejora de su rendimiento (McDonald, 2016). La encuesta "STEM Education in Asia Pacific" de 2017 indica que los factores más importantes para mantener el interés en estudiar STEM son el acceso a experimentos prácticos y un currículo conectado con experiencias del mundo real junto a la calidad de la docencia de los profesores.

Blázquez, Álvarez, Bronfman y Espinosa (2009) sugieren que existe una relación causal entre la percepción del grado de apoyo de los profesores y el valor intrínseco que los alumnos le dan a las matemáticas. Su estudio encontró que inconscientemente el profesorado tratan a alumnos y alumnas en forma diferente e inequitativa, facilitan más oportunidades para aprender y practicar habilidades de liderazgo en sus clases a los hombres que a la mayoría de las mujeres.

Halawah (2006) indica que el factor “**apoyo en el hogar**” es más relevante que las experiencias educativas de las escuelas, lo que significa que ciertas expectativas y creencias de estereotipos de géneros en el desempeño y aptitudes académicas de los padres sobre sus hijos ejercen influencia en la motivación y elección de la carrera.

De manera sintética la revisión de estudios científicos sobre el tema de las causas que influyen en la elección de la carrera son:

1. **Factores personales** resumidos en tres: la capacidad intelectual, el rendimiento académico medido por las notas medias en la etapa de secundaria, y las motivaciones del alumnado hacia la elección de un tipo estudios superiores, el género (influenciado por la escasez de modelos femeninos, la falta de motivación en las aulas y en el hogar y a los estereotipos hacia las carreras de ciencias e ingeniería



2. ciencias e ingeniería), el apoyo familiar (creencias y expectativas de los padres hacia sus hijos, actitud e interés por los estudios y apoyo escolar en tareas académicas), el nivel de estudios y el tipo de profesión de la familia y el lugar de procedencia sociocultural y étnico.
3. **Factores económicos**, consideración de los gastos directos (tasas, libros, etc) o indirectos, gastos en alojamiento y manutención cuando es necesario residir fuera del entorno familiar. Por lo que la decisión estaría condicionada por la situación económica familiar, la política de becas y costes económicos de cada gobierno y en su caso que los beneficios esperados sean superiores a los costes y se decidan a solicitar préstamos (situación más habitual en el contexto norteamericano).
4. **Factores sociodemográficos** como el tamaño y la estructura de las cohortes de edad que se corresponden con los años de acceso a la universidad condicionado por los números clausus de las titulaciones y la nota media de corte para acceder según los cursos. escuela (percepciones de los profesores, interacciones entre estudiantes, factores s. psicológicos unidos a las evaluaciones);
5. **Factores educativos**, en la enseñanza secundaria los factores más decisivos son las metodologías utilizadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, los recursos y materiales utilizados y la actitud del profesorado.

4.2. Proyección del mercado laboral STEM en Castilla y León

Se trata de una realidad constatable y palpable en el día a día de las empresas, el mercado ha cambiado mucho, y que ahora mismo casi todos los sectores necesitan nutrirse de profesionales técnicos, con una formación integral en estos ámbitos que les



permitan asimilar los rápidos avances, integrar las nuevas tecnologías para la optimización de los procesos y moverse cómodamente en medios de alta difusión.

El perfil requerido es muy complejo, ya que demanda personas con formación en Tecnología, Matemáticas, Ingeniería o Ciencias, y que estén dispuestas y preparadas para actualizarse en todo momento. Exigen por tanto una formación en STEM, pero no únicamente por los conocimientos teóricos de estas materias, ya que existen otras capacidades adquiridas complementarias en estas formaciones que hacen mucho más interesante a un trabajador para una empresa.

La formación STEM supone un enriquecimiento en los alumnos en otras capacidades, al seguir una metodología de aprendizaje totalmente diferente, dominada por la indagación y el aprendizaje de procedimientos. Estas actividades suponen el desarrollo de las denominadas *soft skills*, que son las habilidades más valoradas por las empresas hoy en día según la encuesta llevada a cabo por ESSADE (2018). Estas habilidades aprendidas serían la capacidad para trabajar en equipo (70% de las empresas la valoraron como esencial), la capacidad de resolver conflictos (altamente valorada por un 57% de las empresas preguntadas), la capacidad de tomar decisiones (un 46% la valoraron como muy importante), la capacidad de adaptación al cambio (para un 44% es esencial) o la capacidad de comunicar eficazmente (un 43% de las empresas buscan esta capacidad como prioritaria) (ESSADE, 2018).

Por poner un ejemplo del interés demostrado en diferentes sectores por la formación STEM, Dña. Carmen Fernández, Directora de Cultura y Talento de Gas Natural Fenosa señala que el acrónimo STEM se ha convertido en uno de los conceptos

“con mayor impacto en el sector de energías ya que los profesionales de estas materias, provengan del nivel académico que sea, desde postgrados y másteres hasta



profesionales provenientes de los ciclos formativos de formación profesional, ya son un bien cada vez más escaso y no solo en España. La guerra por este perfil profesional se está convirtiendo en una lucha sin cuartel”.

Estos nuevos profesionales del STEM suponen para cualquier empresa la capacidad de adaptación a nuevos tiempos, el diseño de nuevas vías para llegar al público, y nuevas formas de acercarse y estudiar lo que el mercado, cada vez más exigente y cambiante, demanda.

Perfiles puramente STEM, como el de Informática y Telecomunicaciones se convierten en la mejor oportunidad laboral según Infojobs, con un 47% de las empresas con más de 50 empleados aumentando la contratación de este perfil, un salario inicial alto (29.082€), y un volumen de ofertas publicadas (cerca de 340.000) donde tan sólo existe una media de 11 inscritos por vacante (InfoJobs–ESSADE, 2017).

Otro ejemplo de puestos de trabajos que están altamente relacionados con personas con un alto conocimiento de informática y un robusto conocimiento de matemáticas y científico serían los profesionales del análisis y el tratamiento de datos, que se han convertido hoy en día en la mayor fuente generadora de nuevos puestos emergentes, según Dominique Cerri, Directora General de InfoJobs. De hecho, un 41% de las empresas grandes han reclutado a especialistas en ciberseguridad o data scientist, en los dos últimos años o tienen interés de hacerlo en los próximos dos.

Durante el año 2017 los dos puestos de trabajo que más crecieron fueron precisamente los de Analista de datos y Data Scientist. En concreto, durante 2017 se ofertaron 1.417 vacantes para Analista de datos mientras que en 2014 rozaban las 700, y hubo tan sólo 28 inscritos por vacante, ofreciendo un salario bruto promedio de 35.864 euros. Y el crecimiento de la demanda para Data Scientist no se quedó atrás, ya que se



ha disparado durante los últimos 3 años triplicando las ofertas hasta las 584, y sin embargo tan solo tiene 22 inscritos por vacante y con un salario bruto promedio muy por encima de la media, 40.336 euros.

Tabla 10. Clasificación de puestos de trabajo y salarios (Essade, 2018).

		Vacantes	Inscritos por vacante	Salario (€)
Nuevos puestos emergentes	Data Analyst	1417	28	35864
	Data Scientist	584	22	40336
Puestos emergentes que siguen creciendo	Especialista en Ciberseguridad	1795	16	32640
	Especialista en Agile/Scrum	1635	9	39281
	Robótica	957	26	29784
	Especialista en User Experience	859	21	33992
Puestos emergentes consolidados	Back/Front end	9822	6	34508
	Programador móvil	6253	5	32291
	Desarrollador Big Data	5494	6	40233
	Cloud-Computing	1389	7	34501

En la Tabla 10, se puede apreciar como los puestos recogidos tienen un elevado componente tecnológicos y se encuentran relacionados con áreas STEM, así como la importante retribución de los mismos y el limitado número de demandantes por vacante.

La realidad española se refleja, por supuesto, a nivel regional, y si analizamos estos datos en el contexto de Castilla y León, la realidad se muestra bastante semejante. Del último informe de autoempleo Adecco de ofertas y demanda de empleo de 2016, se observa que Castilla y León ocupa la 6ª posición nacional en la distribución regional de ofertas de empleo, y que, aunque pierde un poco de impulso en la generación de puestos de trabajo frente a los números que presentaba en el 2015 (6.21 % en 2015 frente a 5.09% en el 2016).

Sin embargo, resulta destacable que los puestos de trabajo que aumentan su oferta en este año pertenecen a actividades que claramente entran dentro del marco de



formación STEM, siendo el sector del automóvil la actividad que ha registrado la mayor subida.

Por sectores, de las 5 carreras más demandadas, 3 pertenecerían a ámbitos STEM, como son la Ingeniería Industrial (con un 2.64 % del total de las ofertas de trabajo), Ingeniería de Telecomunicaciones (con un 1.71 % del total) y Psicología (con un 2.07 %) (Informe Adecco 2016).

Destaca además, que de los 22 sectores principales de la economía castellano leonesa, 10 pertenecen a áreas relacionadas con una alta formación STEM, y que es precisamente en estos campos donde se ha apreciado una subida mayor en la demanda de empleo, superando incluso la demanda de empleo nacional en nuestra región en campos como el automóvil (un 6.48 % de las ofertas de trabajo en Castilla y León frente a un 3.33 % nacional), la sanidad (un 6.07 frente a un 4.08 % nacional), en telecomunicaciones (un 4.81 % frente a un 3.60 % nacional), explotación de recursos energéticos (un 4.6 % frente a un 3.43 % nacional), en la metalurgia (un 3.21 frente a un 2.96%) o en Ingeniería industrial (2.85 frente a 2.05) (Informe Adecco 2016).

En el informe del INE (2018) se constata además que a nivel nacional, los 4 sectores con mejor tasa de empleo se corresponden también con las personas con formación en áreas relacionadas con STEM, como es la población formada en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (una tasa de empleo del 79,68%), seguida por personal formado en Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y veterinaria, (tasa empleo del 71,44%), los especializados en Salud (el 70,83% están trabajando) o los que han cursado Mecánica, electrónica, otra formación técnica, industria y construcción, con una tasa de empleo del 70,82%.



En Castilla y León estos datos son corroborados atendiendo al informe del Mercado de trabajo por colectivos (2008-2014) donde se aprecia que entre las diez primeras ocupaciones más solicitadas por parte de los demandantes parados de larga duración, no existe ninguna titulación relacionada con las áreas STEM.

Tabla 11. Demandantes parados titulados universitarios según ocupación más solicitada. Castilla y León. 2008-2014

Ocupaciones Solicitadas Grupo Primario (4 dígitos)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	v% 2008/2014	v% 2013/2014
4309 EMPLEADOS ADMINISTRATIVOS SIN TAREAS DE	4.013	5.163	5.536	6.087	7.851	8.008	7.928	97,56	-1,00
5220 VENDEDORES EN TIENDAS Y ALMACENES	1.574	2.231	2.370	2.728	3.799	3.917	4.065	158,26	3,78
2329 PROFESORES Y PROFESIONALES DE LA ENSEÑANZA	1.148	1.569	1.905	2.358	3.393	3.378	3.511	205,84	3,94
2624 ESPECIALISTAS EN POLÍTICAS Y SERVICIOS D	1.682	2.060	2.128	2.586	3.706	3.553	3.364	100,00	-5,32
2230 PROFESORES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA (EXCE	1.886	2.161	2.445	2.455	3.534	3.346	3.011	59,65	-10,01
2240 PROFESORES DE ENSEÑANZA PRIMARIA	1.614	1.954	1.881	2.125	2.650	2.559	2.487	54,09	-2,81
3613 ASISTENTES DE DIRECCIÓN Y ADMINISTRATIVO	1.122	1.583	1.660	1.843	2.452	2.511	2.442	117,65	-2,75
2824 PROFESIONALES DEL TRABAJO Y LA EDUCACIÓN	1.497	1.700	1.899	2.133	2.777	2.570	2.408	60,86	-6,30
3724 MONITORES DE ACTIVIDADES RECREATIVAS Y D	865	1.183	1.301	1.604	2.264	2.299	2.271	162,54	-1,22
2622 ESPECIALISTAS EN ADMINISTRACIÓN DE POLÍT	719	1.121	1.304	1.364	1.792	1.985	1.982	175,66	-0,15

Fuente: Sistema de Información del Mercado Laboral. Observatorio Regional de Empleo

4.3. Radiografía de las vocaciones y actitudes de los jóvenes y adolescentes ante los ámbitos STEM

A pesar de la importancia de las competencias STEM en los sistemas productivos futuros, la revisión de investigaciones y trabajos desarrollados en este campo nos señalan que existe una disminución en el interés de los estudiantes para centrar su formación en este campo de conocimiento.

En general, ha descendido el número de estudiantes que se matriculan en estos estudios a pesar de la importancia cada vez mayor de las cuestiones científicas (Bøe,



Henriksen, Lyons, & Schreiner, 2011; Kelley & Knowles, 2016; Lyons, 2006a; Multon, Brown, & Lent, 1991). Este problema aparece tanto en la educación superior (Oon & Subramaniam, 2010) como en la educación secundaria (Bennett, Lubben, & Hampden-Thompson, 2013; Lyons, 2006b; Solbes, 2011) y que afecta a diversos países del mundo (Bøe, 2012; Lyons, 2006a).

Concretamente, los resultados de un estudio realizado en Reino Unido, a estudiantes de entre 14 y 18 años, indicaron que un 44% de los estudiantes consideraba esta opción formativa como poco interesante y aburrida. Mientras que más de la mitad de los estudiantes encuestados consideraban los estudios STEM más difíciles que las artes o las humanidades (Garner, 2014).

Los estudios ponen de manifiesto que son varias las razones para explicar la baja participación de los estudiantes en materias STEM. Una de las razones se centra en el interés y actitud de los estudiantes hacia este tipo de materias. En esta línea, son varios los trabajos que han centrado su interés en conocer la relación entre la motivación de los estudiantes de secundaria hacia la ciencia y su elección de asignaturas de este ámbito (Palmer, Burke, & Aubusson, 2017; Sheldrake, 2016; Sheldrake, Mujtaba, & Reiss, 2015).

La motivación hacia la ciencia parece estar relacionada con la elección de estudios universitarios del campo STEM (Aeschlimann, Herzog, & Makarova, 2016; Cerinsek, Hribar, Glodez, & Dolinsek, 2013; Vázquez-Alonso & Manassero-Mas, 2015) o la persistencia en ellos (Shedlosky-Shoemaker & Fautch, 2015).

En esta línea, el estudio realizado por Aeschlimann et al. (2016), con estudiantes de secundaria suizos, concluye que fomentar la motivación de los estudiantes tiene un impacto positivo en su disposición a elegir un campo de estudio de STEM. Los



resultados indican que la motivación hace que aumente el valor intrínseco de los estudiantes hacia las matemáticas y la ciencia y, con ello, aumenta la probabilidad de elección de carrera de STEM.

La motivación también guarda relación con la cuestión de género. Esta variable ha sido ampliamente estudiada en relación al campo STEM (Boedeker, Nite, Capraro, & Capraro, 2015; Sáinz & Müller, 2018).

Además, aunque las tasas de participación de hombres y mujeres en educación secundaria y superior se han igualado (Jarman, Blackburn, & Racko, 2012) aún siguen existiendo diferencias de género en relación a la preferencia de estudios y campos ocupacionales (Bottia, Stearns, Mickelson, & Moller, 2018). En este sentido, Ceci, Williams, & Barnett (2009) indican que la motivación es una de las variables que puede explicar la escasa presencia de las mujeres en las profesiones relacionadas con STEM. Este planteamiento se basa en el hecho de que los intereses y motivaciones de los chicos y las chicas en las clases de ciencias son diferentes (Aeschlimann et al., 2016).

De acuerdo a este enfoque, la práctica educativa debe considerar los diferentes intereses de las estudiantes y los estudiantes hacia las asignaturas de ciencias (Hoffmann, 2002). Ellas, las estudiantes, muestran mayor preferencia hacia las actividades que involucran a personas, mientras que las interacciones con objetos tienen una prioridad más alta para ellos, los estudiantes (Ceci et al., 2009).

Otro factor, que pueden influir en la elección de materias STEM, está relacionado con la utilidad percibida por los estudiantes sobre las cuestiones del campo científico. Muchos estudiantes consideran que las competencias STEM no son relevantes para su vida cotidiana (McDonald, 2016). En este sentido, McDonald (2016)



precisa que, aunque la mayoría de los estudiantes reconocen la importancia de STEM para la sociedad, no ven la importancia de STEM para ellos mismos como individuos.

La transición de la escuela primaria a la secundaria es otra de las razones que se han esgrimido para explicar la disminución de estudiantes en especialidades STEM, posiblemente debido a un cambio en el enfoque que tiende a ser más teórico y menos aplicado. Existen estudios que indican que el interés de los estudiantes en las disciplinas científicas disminuye a una edad temprana. Concretamente, parece que los estudiantes muestran actitudes positivas alrededor de los 10 años, disminuyendo el interés en torno a los 14 años (Lyons, 2006b; Renninger & Hidi, 2011). Por tanto, las experiencias positivas en los primeros años de escuela secundaria tienen un papel importante en el compromiso futuro de los estudiantes con las materias STEM (McDonald, 2016). En este sentido, hay investigaciones cuyos resultados apuntan a que los años de adolescencia son cruciales para el desarrollo y mantenimiento del interés STEM (Caleon & Subramaniam, 2008; Frome, Alfeld, Eccles, & Barber, 2006).

Por su parte, McKinney (2009) en (McDonald, 2016) identifica la implementación de modelos pedagógicos ineficaces como un factor clave que puede explicar la desvinculación de los estudiantes hacia el campo STEM. Así, el uso de prácticas pedagógicas efectivas ha demostrado aumentar el interés y la motivación de los estudiantes y la mejora de su rendimiento (McDonald, 2016).



Actitudes de los Jóvenes y Adolescentes castellano y leoneses en STEM

La situación y actitudes de los jóvenes de Castilla y León se conforma como un consecuencia de la tendencia mundial mostrada en el punto anterior, pero claramente influenciada por el escenario laboral de España y Castilla y León.

A pesar que la tendencia internacional en el descenso del número de vocaciones STEM está influyendo negativamente en las vocaciones de ciencias, las mayores posibilidades laborales que muestran una preparación en ámbitos STEM produce un aliciente que está generando un fenómeno en las universidades de Castilla y León, una región tradicionalmente castigada con el desempleo.

La nota de corte de acceso a las universidades de Castilla y León es una muestra real del interés suscitado, de la demanda por las distintas carreras, y refleja que los mejores expedientes, es decir, los alumnos más brillantes que solicitan estudiar en las universidades públicas de Castilla y León solicitan carreras relacionadas con las Ciencias, Tecnología, Ingenierías y Matemáticas.

Tabla 12. Grados con nota de corte más elevada de las cuatro universidades públicas de Castilla y León

Burgos	León	Salamanca	Valladolid
Enfermería	Biotechnología	Biotechnología	Grado Matemáticas +Física
Comunicación audiovisual	Fisioterapia	Medicina	Medicina
Resto grados igual nota corte	Ingeniería Aeronáutica	Fisioterapia	Grado Matemáticas +Informática
	Veterinaria	Odontología	Derecho +ADE

Y esto es lógico, desde el punto de vista de que la preparación en primaria y secundaria es muy saludable, como prueba el hecho de que Castilla y León obtiene tradicionalmente los mejores resultados de todas las comunidades autónomas españolas en los ámbitos de matemáticas, ciencias y lectura. Por poner un ejemplo, en el Informe PISA 2015 Castilla y León obtuvo 516 puntos, quedando por delante de comunidades

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para 100 el desarrollo de competencias STEM



tradicionalmente con muy buen nivel educativo como Navarra (515) y con 22 puntos más que la media de la Unión Europea (494) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (492). Estos datos suponen que, si Castilla y León fuese un país y no una Comunidad Autónoma, estaría en la no desdeñable séptima posición del mundo, sólo superada por Singapur (552 puntos), Japón (529), Estonia y Canadá (524) Finlandia (523) y Corea del Sur (519) (Fig 2).

La Junta de Castilla y León señala que la Comunidad esté entre los mejores sistemas educativos del mundo "no por suerte o por un hecho aislado, sino por una estructura educativa fuerte, que apoya a los estudiantes, y por tener una mayor proporción de alumnado "excelente" que la UE, OCDE y España, al tiempo que dispone de "menos estudiantes rezagados". El informe evaluó a 1.858 alumnos de 57 centros educativos de Castilla y León en las competencias de matemáticas, ciencias, comprensión lectora y en esta ocasión, como novedad, en la resolución de problemas de entornos colaborativos. De esta forma, en ciencias Castilla y León obtiene una puntuación de 519 puntos, lo que la sitúa en el sexto lugar del mundo con 24 puntos más que la media de la UE (495), 26 más que en España y la OCDE (493 en ambos casos). En este punto también ocupa el primer lugar entre las comunidades autónomas participantes en el informe, por delante de Madrid (516) y Navarra (512).

En lo que se refiere a las matemáticas, si bien ha perdido el primer puesto entre las comunidades que ocupó en el informe de 2009, en 2013 y ahora en 2015 vuelve a ser segunda, con 506 puntos por detrás de Navarra (518) y ocupa el undécimo lugar entre los mejores sistemas, que vuelve a encabezar Singapur (564). No obstante, Castilla y León se sitúa en esta variable 13 puntos por encima de la Unión Europea, 20 respecto a España y 16 en cuanto al promedio de la OCDE.



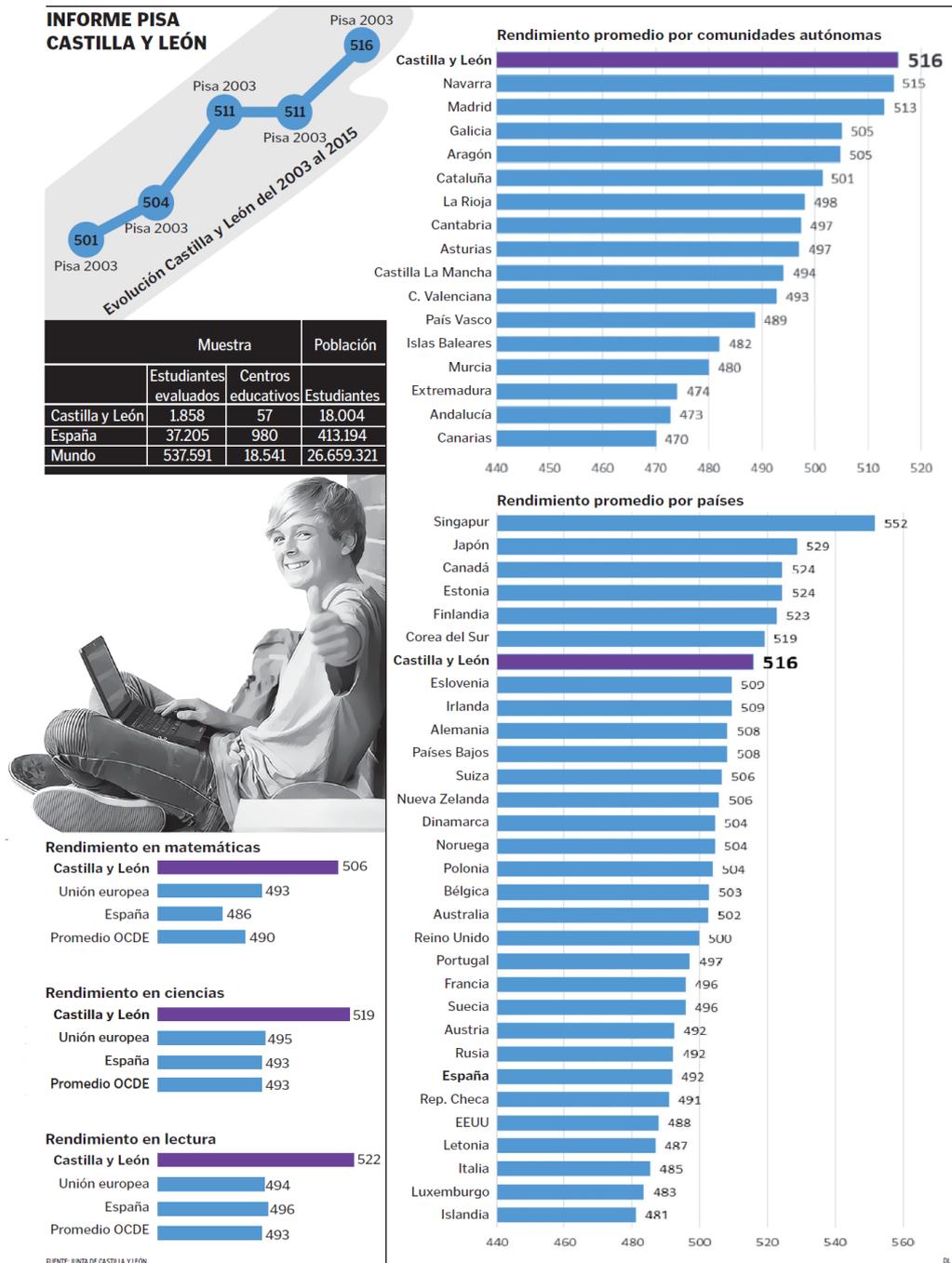
En cuanto a lectura, se sitúa en el primer nivel internacional, dado que ocupa el cuarto lugar del mundo pero a niveles similares a Canadá (527) y Finlandia (526), y que sus 522 puntos la sitúan 28 puntos por encima de la Unión Europea, 26 más que en España y 29 más que el promedio de la OCDE. También ocupa la primer posición en el país, seguida de Madrid (520) y Navarra (514).

Por lo tanto, Castilla y León tiene un rendimiento muy alto (6º nivel frente a que un nivel 2 sería el aprobado) y el 90 por ciento de los alumnos aprueban ciencias, el 85 por ciento matemáticas y en lectura en el 91 por ciento. Por si esto fuera poco, Castilla y León presenta mejores resultados de los que cabría esperar para su nivel socio-económico, y no se observan diferencias significativas entre los resultados por género, ni por titularidad del centro, donde la diferencia entre públicos y privados es de 0,88 puntos, mientras que esta diferencia en la siguiente comunidad, que es La Rioja, es de 8,52 puntos. Además no existen diferencias significativas entre los nativos e inmigrantes de segunda generación, superando incluso estos inmigrantes a los nativos en ciencias.

Como conclusión podríamos decir que la motivación de los jóvenes castellanos y leoneses no puede ser mejor respecto a las materias STEM, con una preparación destacable no sólo en España sino también reconocida a nivel mundial.



Figura 14. Resultados de Informe PISA 2015 para Castilla y León



Fuente: Junta de Castilla y León



Vocaciones STEM de los Jóvenes y adolescentes castellanos y leoneses

A pesar de los buenos resultados presentados en el punto anterior, y de las buenas expectativas laborales, parece que existe un déficit de talento a nivel nacional en el área de la Ingeniería y las Ciencias, donde la crisis de vocaciones supone un gran problema y la alarma que se ha disparado por supuesto tiene su reflejo a nivel Regional. La Comisión Europea dice que la digitalización de toda la industria podría aportar más de 100.000 millones de euros anuales, y aún así nuestros jóvenes no quieren ser ingenieros, matemáticos o arquitectos. Existe un desajuste evidente entre la oferta profesional y una necesidad del Mercado laboral que aumenta cada año y en consecuencia, según la Comisión Europea nos enfrentaremos a una escasez de hasta 900.000 profesionales de las TIC para el año 2020.

Existen actualmente consultoras de recursos humanos, empresas e incluso Universidades, que advierten que, sin los profesionales adecuados, se puede poner en riesgo la consolidación económica. La empresa de Recursos Humanos Randstad indica que en el 2020 «faltarán en España 1,9 millones de trabajadores altamente cualificados». A pesar de que la demanda de perfiles del sector TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) va a experimentar un incremento del 40% durante el 2018, sobre todo en el ámbito de la programación según indica el director de Adecco IT, David Ventura, no se están incorporando hoy los jóvenes que se necesitarán mañana.

E idéntica percepción tiene Stephane Levesque, consejero delegado de Ticjob.es, portal de empleo especializado. «El número de matrículas en las ingenierías está cayendo hace años. Desde 2003, en las TIC, ha bajado un 40%», confirma. La caída acumulada de las matrículas en Ingeniería y Arquitectura, y Ciencias, ha sido del 25%



en el último decenio, y en tan sólo tres cursos, entre 2011-2012 y 2014-2015, los alumnos de carreras de Ingeniería y Arquitectura han bajado en más de 57.000 (17,2% menos), según la estadística que publica el Ministerio de Educación. Por lo tanto no se llega a cubrir la demanda.

En abril de 2016 el rector en funciones de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Carlos Conde, ya advertía que las cuatro universidades politécnicas públicas (Madrid, Cataluña, Valencia y Cartagena) están estudiando las causas de este descenso de vocaciones, junto con la Real Academia de Ingeniería y empresas.

Señala por tanto que los factores podrían estar en la crisis económica, los precios de las matrículas un poco más caros por lo experimental de sus prácticas, la transición al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que supone que titulaciones de cinco o seis años se han reducido a cuatro, y el sistema de másteres adaptados al EEES. Además señala que el hecho de que las materias básicas como Matemáticas, Física y Química resulten muy duras a los escolares y poco atractivas también puede estar influyendo, así como el escaso reconocimiento que tiene el esfuerzo en la sociedad actual lo que en conjunto suponen un menor interés por parte del alumnado hacia estas carreras.

Castilla y León, reconocida en los informes PISA como una de las Comunidades Autónomas con mayor preparación en los jóvenes en estas asignaturas, y que además está llevando un enorme esfuerzo por parte de la Consejería que establece numerosos proyectos de innovación, los colegios e institutos que se muestran ávidos de participar en todas aquellas actividades innovadoras con tal de conseguir mayor motivación en su alumnado, así como las Universidades que se muestran muy participativas y tratan de organizar actividades y ferias lúdicas donde se vea la utilidad práctica de estas



asignaturas (como las Expos de ciencias, los programas de Bachilleratos de Excelencia de ciencias, o las olimpiadas de Matemáticas, Física o Química).

El descenso del alumnado puede ser debido al descenso en la pirámide poblacional, junto al encarecimiento de las tasas universitarias y al descenso en el salario medio de los profesionales cualificados, más que a una falta de motivación.



5. Acciones iniciadas para el desarrollo de actuaciones educativas que fomenten las competencias STEM

5.1. Acciones desarrolladas desde una perspectiva no formal

La educación se presenta como un reto a asumir por la sociedad, cuando además la educación requiere de un esfuerzo extra como en el caso de las competencias STEM, que permita asegurar el desarrollo social y cubrir la previsiblemente alta demanda de perfiles científico-tecnológicos que parece va a generar el cambio de modelo productivo en nuestra sociedad, el reto es todavía mucho mayor.

En este sentido es esencial que la sociedad se comprometa y colabore en apoyar el cambio estratégico educativo que se plantea como inevitable. Las empresas que ya están sufriendo la búsqueda de estos perfiles específicos, y prevén las dificultades que tendrán para cubrirlos son las primeras que están impulsando programas de sensibilización a la sociedad de la importancia que tienen las vocaciones científicas y tecnológicas, así como fomentar aquellas iniciativas y programas más exitosos en el estímulo del aprendizaje de las matemáticas, ciencia, tecnología e ingeniería. Es muy importante por tanto valorar el impacto que las metodologías de desarrollo de STEM tienen en cada contexto local de su aplicación, y buscar así mismo el tiempo y el lugar más propicio para la implantación en las aulas dicha metodología.

La fundación Telefónica, que está muy preocupada en este sentido, ha realizado un informe de las Top-100 Innovaciones Educativas para identificar iniciativas educativas innovadoras pero con resultados demostrados en el ámbito de la enseñanza.

En primer lugar, y con el objetivo de valorar las innovaciones encontradas, ha establecido un baremo que podría implantarse para la selección de proyectos de



desarrollo de materias STEM en la Educación formal, que se dividiría de la siguiente manera:

- Un 30 % valora el impacto potencial sobre el contexto local,
- Un 25 % valora la capacidad de ejecución/ implantación en el contexto local,
- Un 25 % el modelo económico de sostenibilidad mostrado en la innovación,
- Un 10 % sería el grado de innovación que supone
- El otro 10 % la velocidad en la obtención de resultados visibles.

Este baremo es muy acertado aunque se podría pensar en aumentar la valoración del fin social de la formación en competencias STEM, que podrían ser destacadas con un porcentaje de valoración exclusivo dentro de la valoración del impacto potencial sobre el contexto social.

La Fundación Telefónica destaca que, bajo su criterio, las iniciativas educativas de desarrollo de las vocaciones STEM entre los jóvenes podrían ser todas ellas clasificadas en las siguientes categorías atendiendo a su actividad y potencial:

1. Actividades de conocimiento y contacto con el entorno profesional: son iniciativas que vinculan el mundo empresarial y el educativo: mentoring, competiciones, visitas a las empresas.
2. Actividades extraescolares: experiencias de aprendizaje fuera del horario lectivo y formal, y la mayoría de forma voluntaria y muy valoradas como complementos en las escuelas.



3. Actividades divulgativas: formatos televisivos, vídeos prácticos, actividades de museos...pero que permitan una accesibilidad y acercar el conocimiento STEM a la sociedad social y su importancia social.
4. Innovación didáctica: metodología y recursos: metodologías muy diversas que empoderen al alumno y le hagan partícipe de su aprendizaje, que atiendan a la diversidad de la clase y que sobre todo muestren evidencias de la mejora en la adquisición de competencias STEM: conocimientos, habilidades y motivación.
5. Formación de profesorado: sobre todo capacitación en metodologías didácticas que son efectivas para abordar la actividad en el aula de una manera más experimental y competencial para el alumnado.
6. Mentoring: para fortalecer los itinerarios personalizados: rendimiento, equidad educativa e impacto en el desarrollo individual y colectivo, entorno profesional...
7. Redes: el núcleo de acción principal es establecer una fórmula organizativa para cada demanda en torno al reto STEM.

De esta forma, se han valorado¹⁴ 100 actividades y seleccionado 4 innovaciones sobre las demás de una manera sistemática: ScienceLab, Apps for Good, STEMnet Y JUMP Math.

- **ScienceLab**. Programa basado en la curiosidad infantil (entre 4-10 años) donde a partir de cuestiones sencillas se incita a los niños a realizar distintos experimentos apropiados a su edad y motivadores. En total existen

¹⁴ https://www.fundaciontelefonica.com/educacion_innovacion/desafio_educacion/edicion-2014/las-100-innovaciones/



10 módulos y 14 unidades desarrolladas (una unidad por semana, en grupos de máximo 8 niños). Permite descender la brecha educativa por nivel económico. Está en Alemania, Austria, Colombia, Hungría y Francia. En España sólo experiencias puntuales.

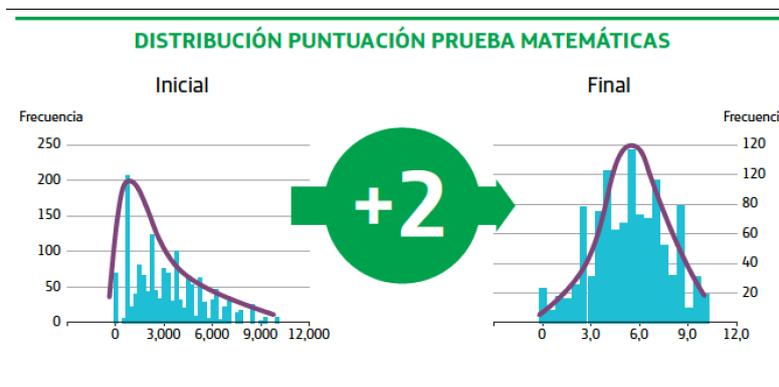
- **Apps for good.** Es un programa para estudiantes que trabajan en equipo para identificar problemas que les preocupan y tratar de desarrollar aplicaciones móviles o web que contribuyan a la solución de los mismos. Los estudiantes deben generar la idea, analizar su viabilidad técnica, programar el desarrollo del producto, diseñar el modelo del producto y su marketing. Esta formación permite enseñar la programación y los fundamentos del mundo digital, a la vez que desarrolla habilidades como la resolución de problemas, la creatividad, la comunicación y el trabajo en equipo. En todo Reino Unido, Irlanda y en España (en Cataluña principalmente). Apps for Good fue utilizada en un muestreo piloto en varios Centros de la Comunidad de Madrid y de Murcia, y ha demostrado ayudar a mejorar la actitud y habilidad de los estudiantes a nivel escolar en proponer una solución a un problema, pero no ha influido tanto en sus habilidades en programación. El impacto del proyecto en el interés del alumnado hacia asignaturas de tecnología o informática es muy positivo, aunque debido a la dificultad que la aplicación del programa tenía para el profesorado y el alumnado, su influencia en una mejora del interés a largo plazo por carreras STEM no es tan clara.
- **STEMnet.** Es una plataforma que engloba escuelas, profesorado y profesionales STEM con el objetivo de desarrollar actividades que puedan



dar soporte a la educación STEM (STEM embajadores serían profesionales voluntarios de éxito, programa de clubes STEM en diferentes ámbitos, desarrollo de redes de asesoramiento para Centros Educativos STEM). Se está haciendo en Reino Unido principalmente.

- **Jump Math.** Es una metodología de enseñanza de matemáticas para primaria y secundaria probada, con dinámicas participativas en el aula, pasos asumibles por todos los alumnos y resolución de dudas por parte del profesorado implicado. Su procedimiento consigue el máximo rendimiento de todos los alumnos y de sus docentes. Está funcionando en Canadá, Estados Unidos, Reino Unido y Bulgaria. El estudio piloto llevado a cabo en España (en Galicia, Castilla La Mancha, Murcia y Madrid) con esta aplicación permite concluir que si bien JUMP Math tiene un impacto positivo a nivel de rendimiento académico (tanto medido como percibido), este se centra mayoritariamente en los estudiantes con un nivel inicial en matemáticas más bajo, y por consecuencia, las mejoras más llamativas se dan en los centros con resultados previos más bajos y con mayor número de suspensos.

Figura 15. Tabla de resultados medios obtenidos con Jump Math



Fuente: Jump Math



Además de estas 4 innovaciones, el programa comprende muchas otras innovaciones finalistas que merecen la pena ser revisadas y consultadas. En ellas se muestra el problema que intenta resolver, la solución propuesta, cómo se ha implantado y cómo está funcionando, el impacto que dicha innovación ha tenido, los puntos fuertes de dicha innovación, el alcance geográfico que tiene, su modelo de ingresos, un vídeo de presentación y una analítica muy resumida de la innovación. Por poner algunos ejemplos que han llamado nuestra atención referenciamos:

- **British Science Association** que cuenta con un sólido programa anual de eventos y actividades inspiradoras que se organiza en Inglaterra con festivals, charlas, mentoring, y premios.
- **CoderDojo** que crea una comunidad de clubs de programación gratuitas para los jóvenes para el auto aprendizaje.
- **Cord**, que es una competición para diseñar un robot entre varios países al tiempo.
- Museos de ciencia.
- Visitas a empresas y programas mixtos con Universidades.
- Monólogos de humor de ciencia Big Van Theory.
- Campamentos de Ciencias e Inventores.
- Programas de desarrollo de ciencias, y recogiendo videos y películas interesantes para desarrollo de STEM.
- Uso de **cine y comics** para enseñar ciencias.
- **Legó League**. Concurso con desafíos entre equipos internacionales (de entre 4 y 10 participantes) de todo el mundo que a lo largo de 8 o más semanas, deberán resolver problemas reales mediante la construcción y



programación de robots usando conceptos de ingeniería y la elaboración de un proyecto científico que deberán presentar delante de un jurado.

- Uso de videojuegos y actividades de **gamificación del aprendizaje**.

Otros grupos sociales y empresas han desarrollado también acciones que tratan de enfrentarse al problema de falta de correspondencia entre las habilidades que se ofrecen por parte de los estudiantes y la demanda actual del mercado laboral y la escasez crítica de expertos en TIC con talento que encuentran las empresas de tecnología. Un ejemplo es el desarrollo y utilización en las aulas y en cursos específicos subvencionados por empresas de programas como el App inventor para crear aplicaciones para móviles, llevados a cabo como cursos de actividades extraescolares.

Primeros resultados de la experiencia de acciones desarrolladas desde iniciativas no formales: Recomendaciones en la toma de decisiones

- Modificación de los estereotipos en el ámbito educativo, empresarial y en los medios de comunicación, viendo STEM como “carreras de hombres”.
- Combinación con etwinning e intercambios internacionales
- Mejora de la inclusión con especial cuidado en el desarrollo del ámbito para personas con discapacidades
- Necesidad de un mayor desarrollo del empoderamiento de los alumnos en su aprendizaje.
- Internacionalización de la enseñanza mediante las posibilidades de colaboración en robótica y programación.



- Utilización de los programas de colaboración STEM como establecimiento vínculos afectivos entre poblaciones de distintas regiones, culturas o estatus sociales.
- Deben hacerse cursos al profesorado que realmente muestren una metodología innovadora pero ya contrastada ampliamente, con un desarrollo y éxito bien documentado.
- Es necesario hacer cursos no sólo de formación inicial, sino también continuada del profesorado implicado. esta formación debería contemplar tanto formación sobre cómo programar las asignaturas, sobre qué metodología emplear para fomentar el trabajo de los estudiantes (aprendizaje basado en proyectos, mentoring, trabajos en grupo, trabajos online) y criterios de evaluación actualizados para esta nueva metodología.
- Que además suponga una implementación significativa, es decir, que suponga un alcance que supere lo meramente educativo siendo capaz de preparar competencialmente al alumno en otros aspectos que permitan aumentar su empleabilidad. Un ejemplo práctico de esta idea sería por ejemplo desarrollar un motor ecológico entre colegios de varios territorios con lenguas y realidades económicas o culturales diferentes vía etwinning y robótica.
- Que permita su escalabilidad, es decir, una metodología que pueda ser replicable en distintos ámbitos y escalas (tal vez también geográficas). Poniendo un ejemplo, se podría hacer un motor sencillo para mover un barquito de materiales reciclados o construir un motor mucho más complejo como el de un patinete eléctrico para una persona.



- Que las actividades se planteen de forma coordinada entre diferentes profesores del centro, asumiendo estos programas educativos como proyecto de centro
 - evitando así el aislamiento y fomentando las mejoras y adaptaciones entre todos.
- Que sean sostenibles económicamente sin necesidad de un soporte económico público constante (subvención), que aproveche los recursos disponibles tanto en material como en personal del centro.
- Siempre tendrán más éxito aquellas actividades que puedan vincularse de alguna manera a la idiosincracia del Centro y de la región donde se van a aplicar. Ejemplos, unidades y casos asumibles en la realidad del Centro educativo. Siempre será más probable la estabilización de la innovación docente cuando tanto los estudiantes como los profesores se sientan personalmente implicados, o encuentren una vinculación afectiva entre los proyectos y ellos mismos.
- Todas las innovaciones educativas tienen más éxito cuando el profesorado las asume como propias. Es necesario que haya espacio en dichas iniciativas para la creatividad y saber hacer del docente.

5.2. Acciones institucionales (JCyL) y primeros resultados

Existen actualmente varios programas y acciones que se están llevando a cabo con el objetivo de fomentar las competencias STEM, la mayoría de ellas nacen tras un esfuerzo por poner en comunicación a empresas, colegios e institutos y universidades, en la búsqueda por un sistema dinámico que consiga fomentar la empleabilidad de los egresados del sistema educativo.



Bachillerato de Excelencia en Ciencias

El Bachillerato de Investigación/Excelencia constituye una opción educativa en el marco del bachillerato ordinario dirigida al alumnado que tenga interés en profundizar en los diferentes métodos de investigación y en el análisis de los problemas propios de cualquier investigación. Consiste en una colaboración entre Centros de Secundaria, que desarrollan un programa especial con formación en investigación y proyectos de ciencias y Universidades que brindan seminarios y clases especializadas a través de su personal, realizando prácticas y proyectos conjuntos en las instalaciones universitarias y laboratorios con los alumnos de dichos programas de excelencia, a fin de que los alumnos encuentren aquella rama o interés específico que les oriente y les ayude a decidir una formación especializada.

Presenta características propias que le conceden un valor singular, como la colaboración específica con la Universidad y el cambio metodológico, que permite una clara tendencia hacia lo contenido en la Declaración de Bolonia para la Educación Superior. Existen 21 Institutos con programa de Excelencia en Castilla y León, algunos en las áreas de Humanidades y Ciencias Sociales y otros en Idiomas o Artes, pero la gran mayoría en Ciencias y Tecnologías, teniendo 11 Centros en total en toda la Comunidad y representación en todas las provincias. Este programa demuestra el alto interés que tiene Castilla y León en apoyar iniciativas pioneras que permitan el desarrollo de programas más dinámicos e innovadores en Ciencias.



Concursos de Ciencias y Matemáticas de la Junta de Castilla y León

Otra actividad que se realiza para el desarrollo de competencias STEM serían los Concursos de Ciencias y Matemáticas, que son muy frecuentes, como puede demostrarse estudiando tan sólo los convocados durante el presente curso escolar:

- **Premios de Investigación e Innovación en ESO, Bachillerato y Formación Profesional.** Estos premios tienen la finalidad de incentivar la realización de proyectos de investigación e innovación mediante el reconocimiento oficial de los alumnos autores de aquellos que merezcan especial consideración.
- **Premio FOTÓN de Docencia en la Escuela ("Fotón Absorbido"):** premio que trata de promover e incentivar la enseñanza de las ciencias y la investigación, y en particular de la Óptica y la Fotónica, a los estudiantes de educación primaria y secundaria. Se tendrá especialmente en cuenta que la actividad permita a los escolares identificarse con las características de la actividad científica, esto es, con el proceso de descubrimiento de nuevo conocimiento, y no sólo con la adquisición de nuevos conocimientos científicos. También, que la actividad sea reproducible y escalable en otros entornos escolares.
- **IV Concurso con las manos en la Ciencia. Edición 2018.** Concurso destinado a que los alumnos desde Educación Infantil a Bachillerato y Formación Profesional puedan explicar, mediante un poster y un experimento, un fenómeno científico o una investigación. Presenta 5 modalidades:



- Modalidad A: Experimentos en ciencias (alumnos de infantil)
- Modalidad B: Experimentos en ciencias (alumnos de EPO)
- Modalidad C: Experimentos en ciencias (alumnos con necesidades educativas especiales)
- Modalidad D: Trabajos de Investigación Científica (alumnos ESO, Bachillerato y Formación Profesional)
- Modalidad E: Trabajos de divulgación científica interactivos (alumnos ESO, Bachillerato y Formación Profesional)
- Proyecto de **Detección y Estímulo del Talento en Matemáticas** en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, “*Estalmat Castilla y León*”. Correspondiente al periodo 2018- 2020: El proyecto pretende detectar a aquellos alumnos con especial predisposición y capacidad para las matemáticas y fomentar el interés y habilidad en el quehacer matemático.
- **Premios a la realización de trabajos relacionados con la actividad estadística.** Estos reconocimiento (primero fase regional y después fase nacional) tiene por objeto la concesión de premios a la realización de trabajos inéditos cuyo contenido esté relacionado con el empleo de la información estadística, ya sean datos estadísticos o legislación en la materia.
- **Las matemáticas del planeta Tierra 5ª edición.** Concurso para alumnos de 3º y/o 4º de ESO y/o de Bachillerato de centros oficiales de Enseñanza Secundaria de Castilla y León. El objetivo de los trabajos es poner de manifiesto la presencia y la interacción de las matemáticas con cualquier aspecto del planeta Tierra en sentido amplio. Este vasto objetivo abarca



desde la aparición de pautas matemáticas en la naturaleza, modelización de los fenómenos naturales, intervención de las matemáticas en la comprensión de cualquier aspecto de nuestro planeta, etc...

Organización de las Olimpiadas de Ciencias: Matemáticas, Física o Química

Otra actividad que sirve para desarrollar las materias STEM son por supuesto la organización de Olimpiadas por áreas: de Matemáticas, de Física, de Química que son pruebas organizadas por las Reales Sociedades y Academias de cada Materia para aquellos alumnos que destacan en dichas materias y quieren presentarse voluntariamente a estas pruebas y representar a la Comunidad Autónoma en el campeonato nacional. Están coordinadas por las Universidades, que realizan fases locales, y posteriormente una fase Regional y nacional.

Proyectos e-twinning colaborativos en proyectos internacionales de ciencia

Esta plataforma es otra posibilidad de desarrollar materias STEM, ya que dota a los equipos educativos (profesorado, personal de coordinación y dirección de centros, servicios de biblioteca u orientación, etc.) de los centros educativos europeos participantes de herramientas para aprender, comunicarse, colaborar y desarrollar proyectos o —lo que es lo mismo— formar parte de la mayor comunidad educativa digital de Europa y disfrutar de la enseñanza y el aprendizaje.

E-Twinning fomenta la colaboración escolar en Europa utilizando las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) por lo que desarrolla y trabaja materias propias de Tecnología. Y su naturaleza tecnológica proporciona experiencia a



los docentes y estudiantes con distintas propuestas de aprendizajes basado en proyectos que sirven para desarrollar programas STEM. Su apoyo a los centros escolares prestándoles las herramientas y los servicios necesarios que faciliten su asociación para desarrollar un proyecto en común entre varios centros situados en distintas geolocalizaciones permite mejorar las competencias de trabajo en grupo y adaptación a otras culturas y situaciones. E-Twinning también ofrece oportunidades de desarrollo profesional continuo gratuito en línea para educadores. En la red podemos encontrar distintas experiencias con proyectos internacionales:

- **Coding and Robotics:** organizado conjuntamente por los Servicios Nacionales de Portugal, Estonia y Noruega en colaboración con el Servicio Central de Apoyo (CSS), un taller con el objetivo de reflexionar sobre la importancia que tiene integrar contenidos de programación y robótica en el currículo de enseñanzas no universitaria: infantil, primaria y secundaria.
- **Tynker**¹⁵ que es una nueva plataforma diseñada para que niños de todas las edades aprendan programación de forma intuitiva , creativa y colorida, basándose en el método Scratch.
- **Makey Makey**¹⁶ es un taller sobre una herramienta que permite convertir cualquier objeto en un teclado y su aplicación docente.
- **App Inventor**¹⁷ es una plataforma de Google Labs para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android. De forma visual y a partir de

¹⁵ <https://www.tynker.com/school/>

¹⁶ <http://makeymakey.com/>

¹⁷ <http://appinventor.mit.edu/explore/>



un conjunto de herramientas básicas, el usuario puede ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación.

- **Scratch: el taller sobre la utilización de ScratchJr** que es una adaptación del lenguaje por bloques Scratch¹⁸ (creado por el MIT MediaLab en 2003), con la que niños de último año de Educación Infantil y primeros cursos de Educación Primaria pueden aprender a programar de forma lúdica.
- **Aprendiendo a programar con LearnToMod¹⁹** taller sobre cómo usar el Minecraft (un videojuego muy popular entre los adolescentes) en la enseñanza de Matemáticas o de la Ciencia más básica con un juego muy creativo.

Resultados encontrados y recomendaciones a los diferentes actores implicados.

Recomendaciones a la Administración

- Habilitar un grupo de trabajo permanente que analice y emita recomendaciones de forma continua a todos los agentes implicados en la educación y empleo de los egresados.
- Aumentar la coordinación entre institutos, universidades empresas y servicios públicos de empleo.

Recomendaciones a la empresa

- Las empresas deberían tener un sistema de información actualizada sobre las competencias de los universitarios

¹⁸ <https://scratch.mit.edu/>

¹⁹ <http://etwinning.es/es/programacion-y-robotica-el-futuro-esta-aqui/>



- Aproximar la empresa a institutos y universidad a través de los servicios de orientación, proyectos comunes, prácticas.

Recomendaciones a los estudiantes

- Los estudiantes de secundaria deben ser los protagonistas de su elección académica que debe estar basada en sus intereses y potenciales y su contraste con el entorno.
- Utilizar los servicios de orientación para la carrera en la universidad para mejorar su empleabilidad o prepararse para la autogeneración de empleo.
- Se recomienda al estudiante que durante su periodo universitario complemente su formación propia del grado con competencias transversales como: digitales, comunicación, idiomas, trabajo en equipo, emprender...

5.3. Actuaciones desarrolladas desde la Universidad y primeros resultados.

Casi la mitad de los grados impartidos en las Universidades Públicas de Castilla y León pertenecen o tienen alguna relación con las áreas de Matemáticas, Ciencias, Tecnología o Ingenierías. Por lo tanto, las 4 Universidades tienen un especial interés en proteger y fomentar el interés por estas materias en la población, a fin de lograr aumentar las vocaciones. Por eso mismo, cada una de estas universidades han llevado a cabo grandes esfuerzos en diseñar a apoyar acciones que fomenten el vínculo de la población, sobre todo la adolescente con estas materias, así como la formación de los docentes implicados en primaria y secundaria en estas materias.

Sin ánimo de repetirnos, comentaremos que hay varias acciones que están llevando a cabo las universidades de Castilla y León que ya han sido explicadas en el documento, como las colaboraciones que se producen entre el profesorado de la



Universidad y el de los Institutos para la realización de Bachilleratos de Ciencias, que ya se han explicado con anterioridad.

Pero en este apartado queremos nombrar otros ejemplos emblemáticos llevados a cabo por las distintas universidades públicas, como podría ser el Master Específico llevado a cabo por la Universidad de Burgos de Formación Docente en Materias STEM, el Proyecto de la Universidad de León de Expociencia para acercar estas materias a los Institutos de secundaria, y por último, el apoyo de la Universidad de Valladolid a la Asociación de Estudiantes que conforman la Physics League, como ejemplo del apoyo institucional a asociaciones cuyo objetivo principal es el fomento de la física.

Pero en este apartado queremos nombrar otros ejemplos específicos llevados a cabo por las distintas universidades públicas, como podría ser el Master llevado a cabo por la Universidad de Burgos de Formación Docente en Materias STEM. Continuaremos exponiendo el Proyecto de la Universidad de León de Expociencia para acercar estas materias a los Institutos de secundaria. Y por último explicaremos el apoyo de la Universidad de Valladolid al grupo de Estudiantes que conforman la Physics League, como un grupo de fomento de la física.

Tabla 13. Número de Grados relacionados con competencias STEM impartidos en las universidades públicas de Castilla y León

	UBU	ULE	USAL	UVA
Número de Grados STEM	12	21	39	34
Número Total Grados	26	41	85	77
Porcentaje dedicado a Grados de Ingenierías	30%	29%	24%	24%
Porcentaje de Grados de Ciencias	16%	22%	21%	20%
Porcentaje total de Grados STEM: Ciencias + Ingenierías	46%	51%	45%	44%



Master en STEAM en la Universidad de Burgos

Como hemos mencionado existen diferentes informes que recogen la necesidad implementar políticas y medidas que favorezcan el desarrollo de competencias STEM desde el contexto educativo. El informe "Science education for a responsible citizenship" (UE, 2015) resalta la necesidad de desarrollar una enseñanza dentro de enfoques interdisciplinarios del tipo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) para poder alcanzar la excelencia en el aprendizaje en ciencias y otros de la Comisión Europea, la OECD o la UNESCO, advierten de la incapacidad del sistema educativo actual para ofrecer una educación científica y tecnológica de calidad que dé respuesta a estas demandas (European Commission, 2015; OECD, 2005, 2006; Osborne y Dillon, 2008; UNESCO, 2008).

Una barrera importante para la integración de estos enfoques reside en que los maestros no tienen una capacitación suficiente, sobre todo porque sus estudios de Grado en el área de las ciencias han sido, en general, fragmentados y no disponen de herramientas conceptuales y didácticas para enfrentar tal desafío. Sin embargo, para el diseño e implementación de propuestas STEAM y su puesta en práctica de acuerdo a los lineamientos de la UE es necesaria una mayor formación, así como una formación específica complementaria para docentes en activo. Según han identificado la OECD (2013) en su Teaching and Learning International Survey, dentro de las 3 necesidades formativas identificadas por el propio profesorado, dos de ellas son justamente "ICT skills for teaching" y "New technologies in the workplace".

Asumiendo la responsabilidad de diseñar una formación de postgrado con un enfoque práctico y de capacitación para una práctica profesional de excelencia, desde la



Facultad de Educación de la Universidad de Burgos se ha planteado esta propuesta de especialización docente en Master de Título Propio.

Un programa que permita a los docentes diseñar y aplicar actividades de aprendizaje de ciencias y de matemáticas integradas (ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte) e inclusivas, que puedan ser adaptadas para todos los niños, independientemente de diferencias cognitivas, físicas, de género, socioeconómicas y culturales.

El objetivo final de esta formación es ampliar la formación de los maestros para que puedan proporcionar a todos los niños las oportunidades necesarias para alcanzar la excelencia en los resultados de aprendizaje en ciencias y tecnología. Esta opción permitirá una especialización del alumnado en un ámbito de desarrollo relevante e innovador, con gran repercusión en la práctica profesional, tras una formación generalista recibida en los Grados, Licenciaturas o/y títulos universitarios de grado medio.

El programa específico, cuyo objetivo es capacitar a los docentes de educación Primaria y Secundaria, se ha diseñado la indagación dentro del enfoque STEAM (siglas que hacen referencia a la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas), para hacerlo coincidir con el programa llevado a cabo por la Consejería de Educación.

Dña. Ileana María Greca Dufranc es la directora del único Master Nacional que se desarrolla actualmente en esta temática en España. Esta profesora titular defiende que la formación STEM será indispensable en la capacitación docente de los maestros en un futuro muy cercano, ya que abundantes investigaciones recientes están encontrando que la realización de programas educativos STEM permite desarrollar competencias que permiten mejorar la empleabilidad futura de los alumnos.



Una educación STEAM amplia implica que los alumnos sean capaces de recibir y ampliar un conocimiento centrado en problemas que les ayude a desarrollar las competencias necesarias para ajustarse a los requisitos sociales y laborales actuales. La resolución de los principales problemas a los que nos enfrentamos como sociedad, exige el aumento de la participación de todos los ciudadanos en procesos de investigación y de innovación, ya sea como actores directos o indirectos, tal como ha planteado la Unión Europea (UE, 2015). Por lo que el enfoque STEM implica:

- a) Responder a los desafíos económicos presentes en todas las naciones,
- b) Identificar las cambiantes necesidades de los trabajadores que requieren un conocimiento más flexible y nuevas habilidades para ajustarse a los requisitos laborales y sociales actuales, y
- c) Hacer hincapié en la necesidad de solucionar los problemas tecnológicos y medioambientales a través de la alfabetización científica de los estudiantes (Bybee, 2013; NRC, 2014, EU, 2015).

Además, STEM es un enfoque plural, que permite garantizar las oportunidades necesarias a todos los alumnos para lograr la excelencia en el aprendizaje de las ciencias. Es una herramienta polivalente que permite desarrollar una estrategia didáctica inclusiva, que facilita la adaptación de los programas de ciencia a niños con necesidades educativas especiales y mejora las visiones epistemológicas de los docentes.

Las principales propuestas que abarca este Master incluyen programación y uso de robots educativos que son indispensables para que los niños desarrollen su creatividad y adquieran las competencias de diseño de tecnología digital y habilidades como la programación. Los docentes por tanto deben ser capacitados en el diseño de



este tipo de didáctica innovadora en ciencias para escuela primaria y primeros cursos de la ESO.

En un mundo cada vez más técnico y especializado, la necesidad de una ciudadanía científica y tecnológicamente alfabetizada nunca ha sido mayor. Entender los fundamentos que subyacen al conocimiento científico y tecnológico y comprender sus prácticas y los procesos que en ella intervienen son esenciales para pensar críticamente y colaborar de forma activa en los problemas de la sociedad contemporánea. Además esta formación permitiría luchar contra el desinterés por las disciplinas científicas, que va en aumento en los últimos veinte años, recuperando la motivación por conocer más sobre la ciencia y los científicos. Existen diversos estudios e informes (p. ej. AAAS, 1990, 1993, Osborne, Simon y Collins, 2003; Tytler y Osborne, 2012) que advierten que durante la Educación Primaria, los estudiantes tienen un interés espontáneo por la naturaleza que van perdiendo, adquiriendo al final de esta etapa una visión de la ciencia como algo irrelevante, aburrida y difícil de ser aprendida.

El Curso ha sido diseñado con un enfoque que tiene en consideración tanto las recomendaciones oficiales como los resultados de investigación más recientes en estos temas.

Objetivos

- Capacitar para el diseño y la aplicación de propuestas didácticas innovadoras en ciencias para la escuela primaria (y, eventualmente, para los dos primeros años de ESO), en particular la indagación dentro del enfoque STEAM;
- Formar en la introducción de elementos de programación y robótica para niños;



- Preparar en estrategias didácticas inclusivas para la enseñanza de las ciencias para niños con necesidades educativas especiales;
- Mejorar las visiones epistemológicas de los docentes en relación a la producción de conocimiento científico y tecnológico;
- Aumentar la auto-confianza de los docentes de primaria como agentes clave en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y la tecnología;
- Incentivar la interrelación entre teoría y práctica educativas, así como su impacto en la sociedad y la cultura.

Destinatarios: Grado en maestro de Educación Primaria o titulación equivalente; Grado en Maestro en Educación Infantil o titulación equivalente; Grado en Pedagogía o titulación equivalente; Graduados en Ciencias en general, Matemáticas o Ingeniería; Máster de profesorado en cualquier área de Ciencia y Tecnología/Ingeniería.

Competencias

- Contenidos teóricos y prácticos en consonancia con las propuestas de la Comisión Europea y la National Science Foundation para la enseñanza de las ciencias.
- Curso de especialización único, con estas características y para este público.
- Curso de especialización con énfasis profesional basado en una extensa acción práctica.

Módulos:

- Design thinking en el aula (1,5 ECTS Teóricos- 3 ECTS Prácticos)
- Enseñanza de las Ciencias para niños a través de Proyectos STEAM. (1,5 ECTS Teóricos- 3 ECTS Prácticos)

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM 128



- El uso de robots en un enfoque STEAM en la enseñanza (1,5 ECTS Teóricos- 1,5 ECTS Prácticos)
- Introducción al pensamiento computacional y la programación por bloques para niños (1,5 ECTS Teóricos- 1,5 ECTS Prácticos)
- Trabajo de Fin de Título Propio (2 ECTS Teóricos- 2 ECTS Prácticos)
- TOTAL: 19 CREDITOS ECTS – equivalente a 475 horas

Expo de Ciencias en la Universidad de León

Desde la Universidad de León, que es la universidad pública de Castilla y León con un mayor porcentaje de grados y de alumnos en carreras relacionadas con Formación STEM se ha planteado como esencial crear un vínculo entre la población no especializada y los campos de las ciencia, que permita aumentar el intere´s de la sociedad por temáticas de Ciencias, Ingenierías, Matemáticas o Tecnología aplicada. Por ello, se ha organizado una ExpoCiencia 2018 #ConoceUnileon, subvencionada gracias a la Convocatoria de ayudas 2017 para el fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación.

Los diferentes talleres organizados responden por supuesto a la diversidad de campos y áreas de especialización de la Universidad de León, y han sido seleccionados en un marco de respeto a la diversidad u a la igualdad de género, tratándose siempre de experimentos y experiencias no sexistas e inclusivas. La enumeración de las acciones concretas de la Feria ExpoCiencia propuestas son las siguientes:

- La Visión Artificial y la Sociedad Actual ¿Qué es la VA y dónde la podemos encontrar? Visión Artificial: sociedad, actualidad y futuro



- Incorporación de la investigación aeroespacial a las acciones formativas y de divulgación extra universitarias
- Presente y futuro de la fabricación industrial por impresión 3D
- Un árbol de color encendido. Experimentos fascinantes con plantas
- Análisis biomecánico de diferentes actividades de locomoción humana (marcha, carrera y pedaleo).
- Valoración de la condición física y composición corporal en relación con la salud y el grado de sedentarismo o de entrenamiento
- Talleres para el Fomento de la Innovación y el Emprendimiento
- Vigilancia Aerobiológica y riesgos alérgicos
- Jornada de Debate sobre los paisajes culturales como monumento y recurso para el desarrollo territorial
- Sostenibilidad en agricultura para todos
- Taller de bateo de oro. Energía y medio ambiente.
- ¿Conoces el patrimonio geológico de León?
- Taller de medición de gotas de lluvia y usos
- Bioespacios. Talleres utilizando la colección zoológica CZULE
- Taller de divulgación científica y evaluación de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares
- El laboratorio en la investigación de la Prehistoria

Además, y dentro de las acciones que la Universidad de León quiere realizar para fomentar las ciencias en la sociedad, ha organizado una Feria de Emprendimiento cuyos alumnos participantes de cualquier facultad deben organizar posibles negocios en



grupo pero siempre bajo la consigna de respetar los principios de la sostenibilidad ambiental, la responsabilidad social, la igualdad de género y la integración social de las personas.

Universidad de Valladolid: apoyo institucional al grupo de Estudiantes que conforman la Physics League

Dentro de la Facultad de Física de Valladolid nació una asociación sin ánimo de lucro denominada Physics League, dedicada a la divulgación de la Física. Los 59 universitarios implicados en Physics League se reúnen en una sala del sótano de la Facultad de Ciencias en su tiempo libre para pensar en proyectos nuevos, temáticas diferentes o guiones que den continuidad a los espectáculos. Desde la asociación insisten en que uno de sus «éxitos» es que la gente se siente motivada a trabajar en lo que quiera. Todos sus espectáculos son presentados en la Semana de las Ciencias y en el Museo de la Ciencia de Valladolid y suelen ser estrenados en la Noche Europea de los Investigadores, siendo casi siempre un rotundo éxito.

Enumeramos algunas de las actividades con mayor profusión desarrolladas desde la Asociación Physics League

- ¿Superpoderes...o física? Show-charla para público general. Mostrando las bases físicas que se esconden detrás de poderes aparentemente sobrenaturales. Experimentos sobre levitación, control mental del dolor y la materia, mensajes del más allá, espiritismo, etc. Este show ha sido galardonado el primer premio en el concurso Ciencia en Acción XVI en la modalidad *Física en la Sociedad* entregado en Julio de 2015 y con el premio a la mejor actividad en el 4º congreso EPS-Young Minds, celebrado en Barcelona en Mayo de 2015.



Figura 16. Panel desarrollado para presentar actividad ¿Superpoderes ...o física?

Congreso EPS Young Minds 2015



- Scary Physics: es un teatro educativo que muestra el lado más aterrador de la física mediante terroríficos experimentos con apariciones fantasmagóricas y luminosas, torturas, rayos sin control, pócimas venenosas, asesinatos... Todos ellos recreados en un ambiente de películas clásicas de terror.

Figura 17. Imágenes de Scary Physics pertenientes a la presentación del programa de la Noche de Halloween



- The Sound of Physics: es un espectáculo que trata de ilustrar mediante diferentes experimentos qué es el sonido, desde qué es una onda longitudinal hasta como
- Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*



producen música los diferentes tipos de instrumentos mediante experimentos interactivos.

Figura 18. Imágenes de la presentación Sound of Physics

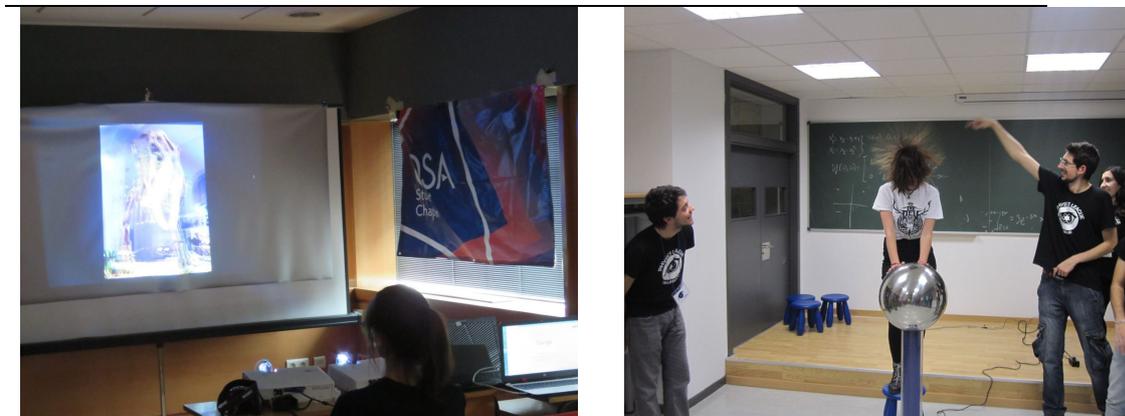


- Stereoptics 3D-OSA: es una serie de actividades donde se explica la visión 3D mediante talleres interactivos para todo tipo de públicos. El proyecto desarrollará y explicará diferentes tipos de grabación y exposición (incluso a tiempo real) de fotos y vídeos de espacio y naturaleza, tanto de la NASA como del Grupo Universitario de Astronomía. La visión humana proporciona sensación de profundidad gracias a la visión binocular. Este efecto natural puede ser reproducido mediante tecnología superponiendo dos imágenes grabadas con una perspectiva ligeramente diferente creando un estereograma. Mediante la polarización de la luz somos capaces de dividir la luz y permitir que a cada ojo llegue una polarización distinta. De esta manera, el cerebro humano interpreta estos dos haces de luz diferentes formando una imagen 3D.

Durante las actividades, diferentes sistemas de grabación y exposición de fotos y vídeos 3D serán introducidos y de esta manera, el público podrá aprender el trabajo llevado a cabo de nuestros ojos y nuestro cerebro.



Figura 19. Imágenes de Stereoptics 3D-OSA y de la representación de Harry Potter en Física de película



- Física de Película: tres talleres interactivos, con diferentes y sorprendentes experimentos sobre termodinámica, mecánica, electromagnetismo y óptica titulados “Física al Límite”, “¿Superpoderes...o Física?” y “Luces de Otros Mundos”, ambientados en famosas películas, como Star Wars, Indiana Jones, Misión Imposible, Spy Kids...
- Un mundo de piratas: talleres destinados a niños de Educación Primaria, se tratan experimentos sobre densidad, flotabilidad, tiro parabólico con cañones, brújulas, telescopios...

Figura 20. Imágenes de “El mundo de los piratas”. Presentación de juegos a los niños





- Light from other worlds. Es un taller interactivo sobre óptica, ambientado en películas famosas como Avatar o Star Wars, donde se explican los conceptos básicos de reflexión y refracción con un kit de lentes, así como el ángulo límite, los fundamentos de la fibra óptica, y el índice de refracción. Para mostrar la interacción luz-materia se dispondrá de un “vapor display” (usar vapor de agua como pantalla entre dos flujos laminares de aire) y de un laberinto láser que los asistentes al taller deberán de atravesar. También se introducirán los conceptos de polarización de la luz, mediante filtros lineales y un monitor sin su polarizador; ilusiones ópticas, mediante “hologramas” usando el efecto “pepper ghost”; la invisibilidad creada por un sistema de espejos; las características de los LEDs; y, por último, la luminiscencia mediante la emisión de luz que poseen algunos materiales naturales y artificiales.

Figura 21. Imágenes del taller “Light from other worlds”



- Game of Physics. Es un taller orientado a alumnos de Bachillerato y últimos cursos de E.S.O., ambientado en la serie de televisión “Juego de Tronos” de Termodinámica, Electromagnetismo y Óptica, premiados con Mención de Honor en el concurso en el concurso Ciencia en Acción XVI en la modalidad Demostraciones de Física, entregado en Julio de 2015.



Figura 22. Imágenes de carteles promocionales del espectáculo “Game of Physics”



- Photons Adventure: es un taller orientado a alumnos de Primaria. La fascinante historia que afrontan los fotones desde que abandonan el sol hasta que llegan hasta nuestros ojos. Experimentos sobre luz y color, óptica atmosférica, óptica visual, etc.

Figura 23. Imágenes de “Photons Adventure”



- Física para jugar. Es un espectáculo dirigido principalmente a niños, con el objetivo de mostrar cómo la física está presente en la vida diaria, y en muchas de nuestras



actividades cotidianas. Conceptos básicos y experimentos interactivos sobre presión atmosférica, electricidad, gravedad y equilibrio.

Figura 24. Imágenes de “Física para jugar”



Primeros resultados

Recomendaciones a la universidad

- Mejorar el ajuste entre las salidas profesionales propuestas en los planes de estudios de las titulaciones con las reales
- Exponer al estudiante de forma clara y concisa las competencias que adquiere y su nivel de consecución.
- Potenciar el emprendimiento como complemento para su salida laboral.
- Potenciar las competencias clave y/o transversales como son las digitales, deductivas, comunicativas orales y escritas o idiomas.





6. Resultados de la revisión teórica

Tras realizar un filtrado sobre las publicaciones científicas desarrolladas en relación con la formación y desarrollo de competencias STEM a nivel nacional e internacional, presentamos los siguientes resultados. Alguno de éstos se han ido entreviendo en el desarrollo de este informe y otros abordan cuestiones que por diversos motivos no han podido ser abarcadas en este trabajo, pero que consideramos de especial relevancia.

La estructura propuesta para abordar esta síntesis de los hallazgos encontrados a nivel teórico aborda en un primer momento la concepción de enseñanza STEM, posteriormente se abordan las principales metodologías que se han propuesto para promover el desarrollo de competencias STEM, dejando para el final el abordaje del papel que juega el docente en el desarrollo de estas motivaciones y en la adquisición de competencias STEM.

La enseñanza STEM

Como ya se ha justificado existe una relevante presión social para lograr que desde los sistemas educativos se formen a los estudiantes para las profesiones del futuro. Históricamente las económicas en las que existen altos niveles de desempleo y falta de profesionales adecuadamente preparados auguran pocas posibilidades de avance y progreso social (Rocard et al., 2007).

En el actual contexto de revolución digital y tecnológica, las necesidades del mercado laboral están en un continuo proceso de cambio. Esta situación da lugar a que los perfiles profesionales demandados por el mercado evolucionen al compás de esta revolución. Ante esta realidad, diversos informes avanzan la importancia de potenciar la formación de los estudiantes en competencias relacionadas con la Ciencia, Tecnología,



Ingeniería y Matemáticas, conocidas como competencias STEM (acrónimo de los términos en inglés *Science, Technology, Engineering y Mathematics*) (Rocard et al., 2007).

El término STEM nace en 1990 en el contexto de los Estados Unidos en el *National Science Foundation* (NSF) (Sanders, 2009). No obstante, Sanders advierte de que STEM es un acrónimo ambiguo aunque su utilización por parte del NSF durante más de dos décadas para referirse simplemente a las cuatro disciplinas separadas ciencia, tecnología Ingeniería y matemáticas hace que en ocasiones se tienda a concebir como cuatro ámbitos de trabajo diferenciado. Sin embargo, hay una tendencia creciente a enfocar la enseñanza de estas disciplinas de manera integrada y prueba de ello es que el propio Sanders, en la Universidad de Virginia, ha lanzado un grado en Enseñanza integrada STEAM y propone la utilización del término "Integrative STEAM education" en lugar del simple acrónimo.

Discusiones aparte, se puede señalar que el objetivo de la educación STEM es lograr un enfoque educativo que se centre en la integración del aprendizaje de la ciencia, la tecnología, las matemáticas y la ingeniería. Esto permite abordar los problemas desde un punto de vista multidisciplinar (Guzey, Harwell, & Moore, 2014). Los resultados del meta-análisis preliminar realizado por Becker & Park (2011) indican que el trabajo integrado de las materias STEM tiene un efecto positivo en los resultados académicos de los estudiantes. Además, este efecto es mayor en estudiantes preuniversitarios que en aquellos que ya están cursando estudios superiores (Becker & Park, 2011) y también muestra un mayor tamaño del efecto en la integración de las disciplinas de ingeniería y matemáticas que en las de matemática, ciencias y tecnología, en las que el tamaño del efecto es el más pequeño.



En lo referidos a la consecución de las metas por medio del desarrollo de un enfoque integrado de aprendizaje STEM, se subraya que el trabajo combinado e integrado de las cuatro disciplinas tiene un mayor tamaño del efecto, por lo que los resultados de este trabajo preliminar van en la línea de que el desarrollo de un enfoque integrado de las disciplinas de enseñanza STEM tienen un efectos positivos en el aprendizaje del alumnado y éstos son mayores que el abordaje desagregado de cada uno de ellas.

Complementariamente y como ya hemos subrayado, la formación en competencias STEM tiene un papel importante en la adquisición de las conocidas como habilidades del siglo XXI (Edmunds, Arshavsky, Glennie, Charles, & Rice, 2017; LaForce, Noble, & Blackwell, 2017; Lamb et al., 2017). Entre estas se encuentran el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la capacidad de liderazgo, la cooperación o la creatividad (Lamb et al., 2017).

En la actualidad, el impulso de iniciativas que promueven las competencias STEM se ha convertido en un tema de tendencia en el campo educativo (Berlin & Lee, 2005; Dierking & Falk, 2016) y son numerosos los ejemplos de países que han realizado importantes inversiones en iniciativas educativas para promover los estudios en este campo con el objetivo de que los estudiantes estén preparados para participar en carreras STEM (Bryan, Glynn, & Kittleson, 2011; Nugent et al., 2015; Sha, Schunn, & Bathgate, 2015; van Langen & Dekkers, 2005; Vedder-Weiss & Fortus, 2012).

Por ejemplo, en Estados Unidos conviven diferentes modelos organizativos de educación STEM (Eisenhart et al., 2015). Estos varían, básicamente, en función de cómo están organizados, qué ofrecen y el alumnado al que se dirigen. Así se pueden encontrar centros independientes dedicados a una o más áreas STEM (como el *Bronx*



School of Science or the Denver Schools of Science and Technology) o centros insertados en otro centro donde los estudiantes eligen entre diferentes itinerarios o escuelas, incluyendo una o más relacionada con la ciencia o la tecnología.

Los centros STEM pueden ser selectivos, inclusivos o centros orientados a la formación profesional (Eisenhart et al., 2015). Los centros STEM selectivos aceptan solo estudiantes que superan unos requisitos de acceso de excelencia. Los centros STEM inclusivos no tienen unos requisitos de acceso predefinidos y, a menudo, tienen como objetivo mejorar las oportunidades de estudiantes que pertenecen a grupos que históricamente están poco presentes en este tipo de enseñanza. Y por último, las enseñanzas profesionales, están diseñadas con la idea de vincular la enseñanza media y el ámbito profesional, incluyendo aquellos sectores en los que se requieren profesionales con formación STEM. De acuerdo con las cifras disponibles, la mayoría de los centros STEM en Estados Unidos se categorizan en escuelas independientes (43%) y centros insertados en otros centros (38%) (Eisenhart et al., 2015).

Dada la relevancia del tema, la investigación educativa presta especial atención en analizar cuáles son las mejores metodologías para trabajar las materias STEM. También se ha situado el foco de interés en conocer cuáles son las variables que pueden influir en la selección, por parte de los estudiantes, de este tipo de estudios. En general, diversos trabajos se han centrado en buscar los mejores procedimientos para impulsar los estudios de materias STEM, especialmente, en la etapa de educación secundaria.

No vamos a entrar en la revisión sobre los principales factores que influyen en el interés de los estudiantes por las materias STEM puesto que un apartado de este informe ha sido dedicado en exclusiva a estos aspectos y en el mismo se ha volcado los resultados hallados en esta revisión teórica, por lo que proseguimos la síntesis de resultados



teóricos alcanzados abordando la propuestas de metodologías docentes que han tenido mayores tasas de éxito en el desarrollo de la enseñanza STEM.

Metodología para promover las materias STEM: revisión de prácticas eficaces

No existe unanimidad sobre cómo implementar de manera efectiva la educación STEM (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012). Esto fortalece la necesidad de promover enfoques innovadores que proporcionen a los estudiantes oportunidades de aprendizaje que les empujen a desarrollar interés por este tipo de materias. En este apartado se hace un resumen de algunas experiencias de éxito en la aplicación de diferentes metodologías didácticas al campo de la enseñanza STEM.

Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una de las metodologías que más se utiliza para trabajar las competencias STEM (de Chambeau & Ramlo, 2017; Everaert, Opdecam, & Maussen, 2017; González, 2016). A pesar de las diferencias, en esencia, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas y, en general, las actividades basadas en la indagación toman como referencia enfoques similares, que ofrecen a los estudiantes la oportunidad de involucrarse en actividades de aprendizaje integradas y complejas (Cook & Weaver, 2015; Edmunds et al., 2017; English & Kitsantas, 2013).

Son diversas las investigaciones que se han centrado en valorar la ABP como metodología para fomentar en los estudiantes el interés por los contenidos STEM. El estudio realizado por LaForce et al. (2017) concluye que el ABP es una estrategia eficaz que ayuda a aumentar el interés de los estudiantes hacia los campos STEM. Los resultados de esta investigación también indican que lograr puntuaciones altas en las



tareas de ABP guarda relación con la motivación intrínseca hacia el campo científico, así como una mayor autoconfianza del estudiante en estas disciplinas. Al mismo tiempo, predicen unas actitudes más positivas hacia el STEM (Baran & Maskan, 2010; Berk et al., 2014) y el interés de los estudiantes a elegir estudios universitarios relacionados con este campo de conocimiento (LaForce et al., 2017; Lou, Shih, Diez, & Tseng, 2011). Además, según los resultados del trabajo realizado por Boedeker et al. (2015), la implementación de las actividades de STEM, que toman como metodología principal el ABP, refuerza el aumento de la participación femenina en el campo científico.

En esta misma línea, hay estudios que han demostrado que el ABP pueden mejorar habilidades vinculadas al campo STEM como la creatividad (Bell, 2010), el pensamiento crítico y las habilidades para resolver problemas (Ertmer, Schlosser, Clase, Ertmer, & Schlosser, 2014), el pensamiento reflexivo (Domínguez & Jaime, 2010), las habilidades de comunicación y colaboración y la capacidad de autoaprendizaje (Bell, 2010; Hmelo-Silver, 2004). Como tal, el uso de ABP puede ser una manera efectiva de involucrar a los estudiantes en el aprendizaje STEM. Además esta metodología es adecuada para desarrollar las habilidades necesarias para seguir carreras del campo científico (LaForce et al., 2017).

Kennedy y Odell (2014) indicaron que los programas de educación STEM de alta calidad deberían incorporar estrategias como el ABP. De hecho, esta es la línea metodológica que siguen el *MIT Lincoln Laboratory* para la divulgación de dos programas STEM destinados a estudiantes de secundaria. Esta organización utiliza, como metodología fundamental, el aprendizaje práctico y basado en proyectos (Granchelli & Agbasi-Porter, 2015).



Los resultados de una experiencia desarrollada con estudiantes de secundaria en Taiwán, para la construcción de un coche solar automático (Lou et al., 2011), indican que las estrategias de ABP pueden ser útiles para mejorar las actitudes de los mismos hacia el aprendizaje de STEM y la exploración de futuras elecciones de carrera. Concretamente, los autores del estudio indican que, los estudiantes tienden a obtener conocimientos más sólidos de ciencia a través del aprendizaje de STEM en ABP y puede mejorar las habilidades de los estudiantes proporcionándoles experiencias relacionadas con la integración y aplicación de conocimientos.

Participación en actividades organizadas fuera del horario escolar

Hay estudios que se han interesado en analizar el efecto que tiene sobre el interés de los estudiantes hacia el campo STEM participar en actividades organizadas fuera del horario escolar. En general, las diferentes experiencias extraescolares se pueden considerar como mediadores que mejoran el interés y el aprendizaje de STEM entre los jóvenes (Cerinsek et al., 2013; Fantz, De Miranda, & Siller, 2011).

Varios estudios han relacionado las actividades extraescolares con un mayor rendimiento académico de los estudiantes en materias STEM (Eccles & Barber, 1999; Miller, Sonnert, & Sadler, 2017). De hecho, la participación en este tipo de programas extracurriculares puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una mejor comprensión de los conceptos, procesos y procedimientos científicos y adquirir conocimientos científicos y habilidades de razonamiento (Miller et al., 2017).

En general, los resultados de diversas investigaciones ponen de manifiesto que las actividades extraescolares son efectivas para aumentar el interés y la motivación en



competencias STEM (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin, & Lissitsa, 2016; Hayden, Youwen Ouyang, Scinski, Olszewski, & Bielefeldt, 2011).

Es más, los resultados de algunos trabajos apuntan a que los programas STEM que son exclusivamente académicos, son menos efectivos para promover el interés de los estudiantes hacia la ciencia (Young, Ortiz, & Young, 2016).

Un meta-análisis reciente, realizado por Young et al. (2016), se centra en sintetizar los resultados de los trabajos que han analizado la utilidad de las actividades realizadas después de la escuela o la participación de los estudiantes en programas de enriquecimiento. Sus conclusiones apuntan a que la participación en actividades fuera del horario escolar puede tener un efecto positivo en el interés de los estudiantes en STEM. Las investigaciones previas reconocieron los efectos de las actividades fuera del horario escolar como un factor positivo que contribuye al éxito académico de los estudiantes en matemáticas. La influencia de estos efectos está moderada por el enfoque del programa propuesto y el curso académico en el que están los estudiantes.

En esta misma línea, el estudio realizado por Miller et al. (2017) analiza cómo la participación de los estudiantes en concursos u olimpiadas de materias STEM puede aumentar la probabilidad de interés de los estudiantes en carrera pertenecientes al campo científico. Este estudio sugiere que la participación en este tipo de actividades se presenta como una forma efectiva de fomentar en los estudiantes el interés profesional en dominios específicos dentro de STEM. Concretamente, los estudiantes que participan en este tipo de competiciones tienen más probabilidades de expresar interés en una carrera relacionada con STEM al final de la escuela secundaria que aquellos que no participan.



En general, estos resultados sugieren que las olimpiadas o concursos son una forma efectiva de fomentar el interés profesional en carreras específicas de STEM (Dabney et al., 2012; Miller et al., 2017).

Por otro lado, los resultados del trabajo realizado por Cerinsek et al. (2013) con estudiantes de secundaria en Eslovenia, indicaron que, entre los diferentes factores extraescolares analizados, el visionado de programas de televisión de ciencia fue el que tuvo la mayor influencia sobre la elección de estudios STEM.

En el contexto de trabajo fuera de la escuela también se encuentra la experiencia implementada en un campamento de verano con estudiantes de una escuela primaria de Taiwán. Este proyecto propuso el aprendizaje interdisciplinario de materias STEM tomando como referencia metodológica el juego. Esta experiencia, sitúa a los estudiantes en un contexto histórico, en el que deben aplicar sus conocimientos de historia, geografía, matemáticas, física, mecánica y ciencias naturales para lograr el objetivo del juego propuesto. Los resultados indican que en el desarrollo de las actividades, los estudiantes estaban motivados hacia la tarea propuesta. Además, les facilitó la oportunidad de aplicar el conocimiento que aprendieron en las clases tradicionales y trabajar cooperativamente con sus compañeros (Shih, Huang, Lin, & Tseng, 2017).

Robótica y aprendizaje digital

La robótica es un campo multidisciplinario. Esto la convierte en una interesante herramienta para la enseñanza y aprendizaje de las áreas STEM (Barak & Assal, 2018). Existen escuelas de secundaria que ofrecen cursos introductorios en robótica con el objetivo de despertar el interés por las áreas de STEM (Ruiz del Solar & Avilés, 2004).



Asimismo, existen diversas experiencias que han tomado como referencia la robótica como herramienta de promoción de las competencias STEM.

La experiencia llevada a cabo por Costa, Sousa, Cunha, & Morais (2015) combina el aprendizaje STEM a través de la robótica y la participación en competiciones relacionadas con el campo científico.

En este proyecto participaron estudiantes de secundaria de Portugal y tomó como referencia la robótica como método para fomentar el interés de los estudiantes en ciencias y tecnología. Concretamente, se desarrolló una gama de actividades a través de lecciones prácticas de robótica y culminó con la participación de los estudiantes en la competición nacional de robótica.

En general, los autores del estudio concluyen que la experiencia contribuyó a mejorar la capacidad de los estudiantes para abordar problemas prácticos, en contraste con el currículo oficial, que es mayoritariamente teórico. Además, las clases estimularon otras competencias como el trabajo en equipo, las habilidades de comunicación, la autonomía y la resolución de problemas (Costa et al., 2015).

Por otro lado, dentro del aprendizaje digital, existen dos enfoques que han resultado eficaces para el aprendizaje en las aulas de STEM. El aprendizaje basado en juegos digitales y simulaciones por computadora (McDonald, 2016).

El aprendizaje digital basado en juegos es un enfoque de aprendizaje que ha demostrado aumentar la motivación de los estudiantes y facilitar el aprendizaje en entornos mejorados de tecnología (Gee, 2004; Kiili, 2007). La investigación indica que la mayoría de los niños y adolescentes participan en el juego digital, lo que les facilita el aprendizaje independiente, mejorar la capacidad de procesamiento de la información, promover el pensamiento de orden superior y desarrollar habilidades para resolver



problemas (Annetta, 2008). Como un enfoque de instrucción centrado en el estudiante, el aprendizaje basado en juegos digitales se alinea con los enfoques de enseñanza constructivista que valoran el aprendizaje activo y la investigación dirigida por el alumno.

Por su parte, las simulaciones informáticas son herramientas que presentan modelos teóricos o simplificados de fenómenos del mundo real, e incluyen visualizaciones y animaciones (Smetana & Bell, 2012). Estudios recientes indican que estas herramientas facilitan el aprendizaje basado en la indagación (Bell & Trundle, 2008; Schnittka & Bell, 2009) y el desarrollo de STEM de los estudiantes (Rutten, Van Joolingen, & Van Der Veen, 2012). Promueven la resolución de problemas y facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos. La investigación indica que esta herramienta es más eficaz cuando se utiliza como complemento otras prácticas pedagógicas (Smetana & Bell, 2012).

El trabajo de Benacka (2016) explica la experiencia de estudiantes eslovacos de secundaria que participan en el desarrollo de aplicaciones de hojas de cálculo, para la simulación de caída y movimiento de proyectiles en el aire, para resolver ecuaciones diferenciales. El objetivo era promover STEM entre los estudiantes y motivarlos a tomar estudios superiores en este campo. Los resultados indican que la modelización numérica con hojas de cálculo puede ayudar a que las lecciones sean interesantes. Además, contribuye al conocimiento científico y tecnológico de los estudiantes. Atendiendo a los resultados del estudio de Benacka (2016), el 97% de los estudiantes encontraron las lecciones interesantes y al 85% les hubiera gustado seguir modelizando un problema más complicado. El resultado implica que desarrollar aplicaciones como



las presentadas en el estudio tiene el potencial de promover STEM en estudiantes de secundaria.

El estudio de Caglar et al. (2015) también se interesa en el uso de la simulación para el aprendizaje y la resolución de problemas de conceptos STEM. En la línea de los resultados anteriores, los autores concluyen que las simulaciones tienen un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes. Por tanto, parecen ser una herramienta apropiada para mejorar el rendimiento estudiantil en ciencias.

Colaboración entre instituciones de educación secundaria y Universidades

El trabajo colaborativo entre las escuelas de educación secundaria y universidades son otro de los mecanismos utilizados para estimular el aprendizaje de competencias STEM entre los futuros estudiantes universitarios.

Son diversas las ventajas que implica el trabajo colaborativo entre ambas instituciones. A través de este modelo, las instituciones de secundaria tienen acceso a recursos y equipos tecnológicos, lo cual permite a los estudiantes tomar contacto con nuevas metodologías, participar en experimentos científicos e incluso analizar los resultados obtenidos en los mismos (Mayorova, Grishko, & Leonov, 2018).

En esta línea se encuentra el trabajo de Mayorova, Grishko, & Leonov (2018). Estos autores analizaron los resultados obtenidos de la participación de estudiantes de secundaria en las prácticas de laboratorio implementadas en colaboración con la Universidad Bauman de Moscú. Estas actividades presentaban como objetivo aumentar la calidad de la adquisición del conocimiento científico de los estudiantes de secundaria. Para ellos se desarrollaron prácticas en los campos de la física, información, tecnologías y matemáticas.



Los autores del estudio concluyen que tener acceso a equipos modernos e innovadores aumenta significativamente el interés de los estudiantes de secundaria hacia el estudio de la física, las matemáticas, la ciencia entre otras disciplinas científicas. En general, este tipo de prácticas permite a los futuros estudiantes universitarios aproximarse al conocimiento y los prepara para tomar estudios universitarios del campo STEM (Mayorova et al., 2018).

Este mismo sistema de colaboración entre instituciones se utilizó en el trabajo de (Berk et al., 2014). A través de una asociación entre una escuela secundaria y *Harvard Medical School*, se diseñó e implementó un programa educativo (*MEDscience*) que se integró en las clases de ciencias de la escuela secundaria. Este programa permite a los estudiantes de ciencias resolver casos médicos, relacionados con los contenidos visto en clase, utilizando equipos de simuladores (maniqués) para entrenamiento en el manejo de procedimientos médicos. Además, los estudiantes participan en la redacción de un informe de los resultados después de cada sesión de simulación. La tarea docente fue compartida por la escuela secundaria y la Facultad de Medicina.

Las conclusiones del trabajo ponen de manifiesto la valoración positiva de los estudiantes hacia el programa *MEDscience*. Además, estos mostraron altos niveles de confianza en realizar estudios universitarios relacionados con la ciencia o la salud.

El papel del docente en la promoción de STEM

El docente es esencial en el proceso educativo, y por tanto un sujeto de estudio recurrente en las investigaciones educativas. En este caso, son diversas las investigaciones que han hecho hincapié en el papel que el profesor debe jugar en el desarrollo de la educación STEM. Así, la incorporación de nuevas metodologías de



trabajo, en las que los estudiantes pasan a tener un papel más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, implica también cambios en el rol que el docente debe jugar en el aula. De hecho, hay investigaciones que proponen el trabajo con pares como medio para mejorar el aprendizaje en STEM (Robnett & Leaper, 2013; Thomas, Bonner, Everson, & Somers, 2015). Así, Robnett & Leaper (2013) indican que el apoyo percibido en el grupo de amistad puede predecir el interés por carrera STEM de los estudiantes.

A pesar de la utilidad de estas metodologías para trabajar las asignaturas STEM de manera integrada, hay estudios que apuntan a que no siempre los docentes tienen la formación suficiente para aplicarlas correctamente (Han, Yalvac, Capraro, & Capraro, 2015).

Concretamente, el estudio de Edmunds et al. (2017), analizó el papel del docente a la hora de aplicar la metodología ABP. Los resultados indican que, en el aula en el que la metodología se aplicó de manera poco rigurosa, los estudiantes no discutieron sobre el problema trabajado. Además, las contribuciones del profesor se centraron mucho más en los procesos que en los contenidos.

En esta misma línea, un estudio demostró que los maestros no siempre reciben el nivel de capacitación necesario para una implementación efectiva del ABP (Tamim & Grant, 2013). Por su parte, Cook & Weaver (2015) ponen de manifiesto que en el proceso de aplicación de la ABP, los maestros tienen dificultades para relacionar correctamente el contenido del curso con ejemplos reales. Hay que tener presente que los estudiantes acusan la falta de conexión entre el contenido de STEM y su transferibilidad a escenarios del mundo real. Esta circunstancia, puede alejar a los estudiantes de la elección de estudios o especializaciones en STEM (Hall, 2014). En



este sentido, es importante reforzar el papel del docente en la aplicación de estas metodologías, puesto que los buenos maestros parecen ser importantes para elegir un estudio STEM (Elster, 2014).

En general, la implementación de prácticas pedagógicas de STEM efectivas por parte de docentes es fundamental para cultivar las competencias STEM entre los estudiantes y aumentar la participación de estos en carreras universitarias de la rama científica (Bøe et al., 2011; McDonald, 2016).





7. Diseño de la Investigación

La metodología que hemos utilizado tiene un corte cuantitativo de corte descriptivo-explicativo, ya que a la vez que busca detallar lo que sucede en el contexto, trata de argumentar y sustentar estos resultados para encontrar elementos que favorezcan el éxito de futuras propuestas.

Desde el plano cuantitativo hemos optado por el uso de un diseño cuasi experimental, ex-post-facto, ya que no tenemos control sobre las variables estudiadas, puesto que el fenómeno estudiado, en este caso el efecto del programa Ingenia en las motivaciones del alumnado de educación secundaria hacia el ámbito STEM.

Hemos optado por la comparación de los resultados obtenidos en relación con la vocación hacia disciplinas STEM en dos grupos. Uno de ellos, el grupo control, conformado por centros de educación secundaria que no participan en el proyecto Ingenia de la Junta de Castilla y León, en los que sus docentes no han tomado parte de programas específicos de formación o proyectos de investigación vinculados con el desarrollo de las competencias STEM y el otro, el grupo experimental, que englobaría a los centros de educación secundaria del proyecto Ingenia de la Junta de Castilla y León, en los que sus docentes han participado en programas específicos para la potenciación de las competencias STEM entre el alumnado.

7.1. Muestra

Se dispone de las respuestas de un total de 612 participantes casi igualada en cuanto a sexo: 51.8% (317) varones vs 48.2% (295) mujeres, de los cursos de entre 1^a ESO y 2^o de bachiller. La participación por cursos no está equilibrada, pero si se reagrupan en tres niveles se logra cierta semejanza: 1) 1^o y 2^o ESO: 33.3%, 204



participantes; 2) 3º y 4º ESO: 41.2%, 252 estudiantes; y 3) 1º y 2º bachiller: 25.5%, 156 encuestados.

Poco menos de la mitad de la muestra forma parte del que denominamos “grupo experimental” (GE): 45.4% (278) vs el 54.6% (334) que se asignan al denominado “grupo de control” (GC). Todos ellos responden al S-STEM con dos partes y diversas subdivisiones, que se matizan en el apartado Instrumento.

7.2. Metodología

La metodología que hemos utilizado tiene un corte cuantitativo descriptivo-explicativo, ya que a la vez que busca detallar lo que sucede en el contexto, trata de argumentar y sustentar estos resultados para encontrar elementos que favorezcan el éxito de futuras propuestas.

Se ha optado por el uso de un diseño cuasi experimental, ex-post-facto, ya que no se ha tenido control sobre las variables estudiadas. En el presente trabajo se estudia el efecto del programa Ingenia en las motivaciones del alumnado de educación secundaria hacia el ámbito STEM, un efecto que no puede ser manipulado por parte del equipo investigador. Para estudiar este efecto se ha llevado a cabo la comparación de los resultados obtenidos en relación con la vocación hacia las disciplinas STEM en dos grupos. Uno de ellos, el grupo control, conformado por centros de educación secundaria que no participan en el proyecto Ingenia de la Junta de Castilla y León, en los que sus docentes no han tomado parte de programas específicos de formación o proyectos de investigación vinculados con el desarrollo de las competencias STEM y el otro, el grupo experimental, que englobaría a los centros de educación secundaria del proyecto Ingenia de la Junta de Castilla y León, en los que sus docentes, como se ha detallado



previamente, han participado en programas específicos para la potenciación de las competencias STEM entre el alumnado.

Validada la fiabilidad y valides del cuestionario adaptado al contexto de Castilla y León, y una vez obtenida la autorización de la Consejería de Educación de Castilla y León para poder desarrollar este trabajo, se procedió a contactar con los centros participantes en el programa Ingenia así como con el resto de centros de educación secundaria de la Comunidad de Castilla y León, para solicitar su colaboración en el estudio.

Así, se han recogido datos de centros de toda Castilla y León que han sido catalogado, dependiendo de la participación o no en el programa Ingenia, en Grupo Control y Experimental. Con estos datos se procedió a la realización de los análisis estadísticos que a continuación se recogen con la finalidad última de evaluar si las inversiones en programas y propuestas formativas en el ámbito STEM iniciada por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León para fomentar las vocaciones STEM, tienen mayor incidencia en la población beneficiaria que en aquella que no ha disfrutado de este tipo de propuestas. Consciente de la problemática existente en este contexto, también se ha realizado un análisis diferencial de los datos recogidas en función del género de los participantes.

En paralelo a este proceso se han realizado consultas puntuales en los Centros, con responsables de la Administración Educativa e informantes clave del sistema para recoger sugerencias de mejora y otras aportaciones de cara a ampliar y continuar con el estudio. Indicar, que aunque inicialmente estaba prevista la realización de grupos de discusión, la realidad burocrática que ha retrasado de manera significativa el inicio del desarrollo del trabajo de campo y que ha sido objeto de la solicitud de prórroga para la



presentación de esta memoria, nos ha impedido que en este curso puedan ser desarrollados con las exigencias mínimas de calidad para que los datos obtenidos puedan ser analizados y presentados con la suficiente fiabilidad y significatividad.

De esta forma, con los datos recabados a través de los cuestionarios y las reflexiones de los informantes clave, se ha llevado a cabo una serie de análisis cuya interpretación nos ha permitido extraer unas primeras conclusiones sobre qué parámetros pueden tener una mayor relevancia para el éxito de las actuaciones en el ámbito del desarrollo de competencias STEM.

Señalar que el trabajo ha levantado un gran interés en los responsables de la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, que de manera formal nos han solicitado que les transmitamos las conclusiones y recomendaciones que hemos obtenido para poder disponer de información veraz e imparcial que permita orientar la toma de decisiones en este campo. De igual forma, desde los propios centros educativos hemos obtenido una gran respuesta y apoyo, manifestando su colaboración para el desarrollo de este tipo de trabajos cuyos resultados, como ellos mismos nos han indicado, pueden incidir de manera directa en la mejora del propio sistema educativo y en las posibilidades de desarrollo de su alumnado y profesorado de una manera directa.

Así, con toda la información recabada, se presenta este informe en el que a través de un análisis inter-relacional se llega a una serie de conclusiones iniciales y, lo que nos parece más relevante, se aportan una serie de recomendaciones para que desde diversos ámbitos se pueda favorecer y mejorar el desarrollo de las competencias STEM en el alumnado de Castilla y León, contribuyendo de esta forma al desarrollo social y económico de la Comunidad Autónoma por medio de una mejora de las capacidades y nivel de empleabilidad de los castellano y leoneses del siglo XXI.



7.3. Instrumento

El instrumento seleccionado y utilizado para analizar el nivel de vocación o apeteción del alumnado de las competencias STEM ha sido el S-STEM. Este cuestionario ha sido desarrollado por el MISO (Maximizing the Impact of STEM Outreach). MISO es un proyecto de la Universidad Estatal de Carolina del Norte financiado por la National Science Foundation que busca determinar el impacto colectivo de la enseñanza STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas) en estudiantes de etapas pre-universitarias.

El proyecto MISO ha recopilado series de datos para llevar a cabo una evaluación longitudinal de los resultados obtenidos por docentes y estudiantes para la evaluación en los programas de extensión de educación STEM preuniversitaria. Para la evaluación el impacto colectivo de la enseñanza STEM, desde el proyecto se ha recogido información por medio de encuestas, así como desarrollado y recopilado los indicadores de éxito de las diversas actuaciones.

En nuestro caso hemos solicitado los permisos y autorizaciones pertinentes para poder adaptar al contexto y realidad social de Castilla y León el cuestionario S-STEM para alumnado de Educación Secundaria.

El cuestionario S-STEM consta de dos partes con una serie de subdivisiones internas. Así, encontramos 4 dimensiones que evalúan la actitud o motivación hacia: *Matemáticas, Ciencias, Ingeniería y Tecnología* y *El aprendizaje en el siglo XXI*, que en total son 37 ítems en formato Likert [1= Muy en desacuerdo; 5= Muy de acuerdo] a las que se añade una 5ª dimensión: *Intereses para el futuro* con 12 ítems sobre profesiones, también en formato Likert [1= Muy poco interesado; 4= Muy interesado].



El cuestionario se completa con un apartado con Información general sobre expectativas e intereses. Este apartado contiene diversos formatos, que generan variables categóricas, algunas de las cuales usaremos en el estudio inferencial como posibles factores diferenciales (VV.II.).

Los ítems de las dimensiones están presentados en forma de afirmaciones con unas opciones de respuesta de escala Likert. Las cuestiones preguntan al encuestado sobre su confianza y actitudes hacia las matemáticas, la ciencia, la ingeniería y la tecnología, y el aprendizaje en el siglo 21, respectivamente. De igual forma recogen una serie de ítems relacionados con sus actitudes hacia doce diferentes áreas de carrera de STEM, sus expectativas de desempeño para sí mismos el próximo año, si tienen planes de asistir a la universidad y si conocen adultos que trabajan en campos STEM o no. Toda esta información se complementa con la habitual de tipo sociodemográfico.

Los constructos de la encuesta S-STEM fueron adaptados, en parte, a partir de una encuesta creada por evaluadores del programa para fomentar el interés por la ingeniería en estudiantes mujeres de etapa secundaria, pertenecientes a las escuelas de Ingeniería de Northeastern University, Tufts University, Worcester Polytechnic Institute y Boston University. La Encuesta sobre las Condiciones de Aprendizaje Estudiantil de Carolina del Norte proporcionó la base para los ítems que miden la confianza de los estudiantes en sus habilidades de aprendizaje para el siglo XXI. Finalmente, la lista de áreas de carreras temáticas de STEM se derivó de múltiples fuentes de Estados Unidos, incluida la Academia Nacional de Ingeniería.

Los instrumentos pasaron por dos rondas de revisión. La segunda versión revisada de la encuesta S-STEM se administró a aproximadamente 9.000 estudiantes de secundaria. Usando estos datos, se llevaron a cabo pruebas de validez y fiabilidad



adicionales. Los resultados del análisis factoriales del instrumento mostraron constructos robusto y con una alta fiabilidad, tras eliminar solo alguno de los ítems. Los resultados de otra ronda de revisiones de expertos en la materia demostraron que ambas encuestas tenían una duración y niveles de comprensión apropiados. Los análisis del funcionamiento de ítems diferenciales mostraron que los alumnos de secundaria comprendieron la encuesta de manera similar y que los estudiantes de ambos sexos difirieron ligeramente en su comprensión de las relaciones entre las matemáticas, la ciencia y la ingeniería y la tecnología. En cuanto a las propiedades psicométricas, de menra general, estas varían según los constructos entre valores del alfa de cronbach de 0,89 (Motivación hacia la Ciencia, Tecnología e Ingeniería), 0,90 (Motivación hacia las Matemáticas) y 0,91 (Aprendizaje para el s.XXI).

En el proceso de adaptación del instrumento a nuestro contexto, los datos de validez y fiabilidad no se han resentido, obteniendo unos valores globales del instrumento en cuanto a fiabilidad a través del alfa de cronbach de 0,925 y mayores de 0,8 en cada una de los constructores que lo componen.





8. Resultados

En primer lugar y antes de estudiar las dimensiones como tales y su fiabilidad, se incluye una breve descriptiva de los ítems que componen cada una de ellas.

Estas tablas recogen la distribución de las respuestas a cada ítem expresada en porcentajes, juntos a los índices clásicos de centralidad (media y mediana) y de variabilidad/homogeneidad entre sujetos (desviación estándar). Para estos análisis y todos los que siguen, previamente se ha procedido a recodificar los 4 ítems (3 en la dimensión de Matemáticas y 1 en la de Ciencias) que tenían su enunciado en forma inversa a los demás. De esta manera, en todos ellos un valor más alto revela una actitud más positiva, o un mayor interés en el caso de la quinta dimensión STEM.

Tabla 13: Análisis descriptivo. Ítems de Motivación hacia las MATEMÁTICAS del S-STEM. N=612

ÍTEMS	% del Grado de Acuerdo					Descriptivos		
	1 Muy Desac.	2	3	4	5 Muy de Acuerdo	Media	Mediana	Desviac. Estándar
<i>S-STEM MHMath – 1 rec</i>	13.6	12.7	25.0	20.3	28.4	3.37	3.00	1.37
<i>S-STEM MHMath – 2</i>	22.2	17.6	17.8	20.4	21.9	3.02	3.00	1.47
<i>S-STEM MHMath – 3 rec</i>	11.8	19.6	27.3	25.7	15.7	3.14	3.00	1.24
<i>S-STEM MHMath – 4</i>	8.0	15.2	33.5	27.1	16.2	3.28	3.00	1.15
<i>S-STEM MHMath – 5 rec</i>	9.0	14.4	23.2	27.3	26.1	3.47	4.00	1.27
<i>S-STEM MHMath – 6</i>	17.5	26.8	28.3	17.5	10.0	2.76	3.00	1.22
<i>S-STEM MHMath – 7</i>	4.7	8.5	20.8	33.5	32.5	3.81	4.00	1.12
<i>S-STEM MHMath – 8</i>	9.6	14.9	32.4	26.8	16.3	3.25	3.00	1.18

Tabla 14: Análisis descriptivo. Ítems de Motivación hacia la CIENCIA del S-STEM. N=612

ÍTEMS	% del Grado de Acuerdo					Descriptivos		
	1 Muy Desac.	2	3	4	5 Muy de Acuerdo	Media	Mediana	Desviac. Estándar
<i>S-STEM MHSci – 1</i>	5.7	12.4	26.1	36.8	19.0	3.51	4.00	1.11
<i>S-STEM MHSci – 2</i>	19.3	13.4	17.2	20.3	29.9	3.28	4.00	1.49
<i>S-STEM MHSci – 3</i>	19.3	15.2	19.1	17.5	28.9	3.22	3.00	1.49
<i>S-STEM MHSci – 4</i>	9.5	9.6	23.0	28.4	29.4	3.59	4.00	1.26
<i>S-STEM MHSci – 5</i>	12.6	17.2	19.9	20.1	30.2	3.38	4.00	1.39
<i>S-STEM MHSci – 6</i>	4.7	9.0	20.9	34.3	31.0	3.78	4.00	1.12
<i>S-STEM MHSci – 7</i>	14.9	15.8	21.7	23.0	24.5	3.26	3.00	1.38
<i>S-STEM MHSci – 8 rec</i>	6.5	11.9	19.9	34.8	26.8	3.63	4.00	1.18
<i>S-STEM MHSci – 9</i>	19.4	20.8	30.9	19.8	9.2	2.78	3.00	1.23



Tabla 15 *Análisis descriptivo.* Ítems de Motivación hacia la INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA del S-STEM. N=612

ÍTEMS	% del Grado de Acuerdo					Descriptivos		
	1 Muy Desac.	2	3	4	5 Muy de Acuerdo	Media	Mediana	Desviac. Estándar
<i>S-STEM MHEngTec – 1</i>	11.9	17.6	21.6	18.0	30.9	3.38	3.00	1.39
<i>S-STEM MHEngTec – 2</i>	7.2	11.9	26.5	30.9	23.5	3.52	4.00	1.18
<i>S-STEM MHEngTec – 3</i>	10.5	16.3	25.7	26.3	21.2	3.32	3.00	1.26
<i>S-STEM MHEngTec – 4</i>	16.8	15.8	21.6	22.4	23.4	3.20	3.00	1.40
<i>S-STEM MHEngTec – 5</i>	26.3	20.4	26.5	15.0	11.8	2.66	3.00	1.33
<i>S-STEM MHEngTec – 6</i>	12.9	16.7	17.6	23.9	28.9	3.39	4.00	1.39
<i>S-STEM MHEngTec – 7</i>	6.5	11.6	21.1	27.9	32.8	3.69	4.00	1.22
<i>S-STEM MHEngTec – 8</i>	9.6	12.7	24.2	30.4	23.0	3.44	4.00	1.24
<i>S-STEM MHEngTec – 9</i>	22.7	20.6	22.4	20.3	14.1	2.82	3.00	1.36

Tabla 16: *Análisis descriptivo.* Ítems de Motivación y Habilidades hacia APRENDIZAJE DEL SIGLO XXI del S-STEM. N=612

ÍTEMS	% del Grado de Acuerdo					Descriptivos		
	1 Muy Desac.	2	3	4	5 Muy de Acuerdo	Media	Mediana	Desviac. Estándar
<i>S-STEM MH21 – 1</i>	2.8	4.7	22.5	42.6	27.3	3.87	4.00	0.96
<i>S-STEM MH21 – 2</i>	3.8	9.2	19.8	32.2	35.1	3.86	4.00	1.11
<i>S-STEM MH21 – 3</i>	1.5	5.2	22.4	37.6	33.3	3.96	4.00	0.95
<i>S-STEM MH21 – 4</i>	1.1	2.1	8.8	23.9	64.1	4.48	5.00	0.83
<i>S-STEM MH21 – 5</i>	2.5	6.2	20.4	40.2	30.7	3.91	4.00	0.99
<i>S-STEM MH21 – 6</i>	2.3	6.0	27.6	41.3	22.7	3.76	4.00	0.65
<i>S-STEM MH21 – 7</i>	1.1	5.4	24.0	39.9	29.6	3.91	4.00	0.92
<i>S-STEM MH21 – 8</i>	2.1	4.7	26.0	34.6	32.5	3.91	4.00	0.98
<i>S-STEM MH21 – 9</i>	4.4	11.8	22.9	31.4	29.6	3.70	4.00	1.14
<i>S-STEM MH21 – 10</i>	4.6	7.8	14.5	30.9	42.2	3.98	4.00	1.14
<i>S-STEM MH21 – 11</i>	2.0	5.4	15.5	27.0	50.2	4.18	5.00	1.01

Tabla 17: *Análisis descriptivo.* Ítems de INTERESES FUTUROS del S-STEM. N=612

ÍTEMS	% del Grado de Interés				Descriptivos		
	1 Muy Poco interesado	2	3	4 Muy Interesado	Media	Mediana	Desviac. Estándar
<i>S-STEM MHFuture – Física</i>	29.6	26.6	26.6	17.2	2.31	2.00	1.07
<i>S-STEM MHFuture – Trabajo Ambiental</i>	29.4	33.3	27.6	9.6	2.17	2.00	0.96
<i>S-STEM MHFuture – Biología y Zoología</i>	28.3	23.0	26.3	22.4	2.43	2.00	1.12
<i>S-STEM MHFuture – Trabajo Veterinario</i>	32.2	27.8	23.2	16.8	2.25	2.00	1.08
<i>S-STEM MHFuture – Matemáticas</i>	35.8	24.7	25.3	14.2	2.18	2.00	1.07
<i>S-STEM MHFuture – Medicina</i>	27.3	26.0	24.5	22.2	2.42	2.00	1.11
<i>S-STEM MHFuture – Ciencias de la Tierra</i>	36.9	31.2	21.4	10.5	2.05	2.00	1.00
<i>S-STEM MHFuture – Informática</i>	23.0	19.4	26.6	30.9	2.65	3.00	1.14
<i>S-STEM MHFuture – Ciencias Médicas</i>	29.7	26.6	24.7	19.0	2.33	2.00	1.09
<i>S-STEM MHFuture – Química</i>	32.5	30.4	26.3	10.8	2.15	2.00	1.00
<i>S-STEM MHFuture – Energía</i>	42.5	27.9	20.3	9.3	1.96	2.00	1.00
<i>S-STEM MHFuture – Ingeniería</i>	31.7	23.0	26.8	18.5	2.32	2.00	1.11

Tras esta descriptiva de los ítems y como paso previo a los siguientes capítulos de análisis estadísticos, se ha procedido a determinar el grado de fiabilidad alcanzado por nuestra muestra de participantes en esta primera parte del cuestionario perteneciente al instrumento S-STEM. Para ello se ha empleado el conocido método de la Ecuación



Alfa de Cronbach que estima la fiabilidad como el grado de consistencia interna entre los ítems. Este índice estadístico tiene el rango: [0–1] donde la fiabilidad se considera buena desde el valor .600 y elevada cuando supera el valor .800 (ya es muy elevada desde .900). Se ha estudiado la fiabilidad de la 1ª parte: S-STEM total y de sus cinco constructos por separado.

Los resultados obtenidos (tabla 6) demuestran que en todas las dimensiones así como en la escala S-STEM total, el grado de fiabilidad alcanzado por nuestra muestra de 612 participantes es elevado ($\geq .800$) e incluso muy elevado en algunas de las dimensiones (Motivación hacia la Ciencia y Motivación hacia Ingeniería y Tecnología) y también en la totalidad del instrumento (.925). En consecuencia, la confianza que podemos depositar en los resultados estadísticos que se van a extraer a continuación, es muy alta.

Tabla 18: *Análisis de fiabilidad.* Cuestionario S-STEM. N=612

<i>Variables de Dimensión</i>	Nº de ÍTEMS	ALFA de Cronbach	IC al 95%	Test de Significación
<i>Motivación hacia las MATEMÁTICAS</i>	8	.889	.875 / .902	.000
<i>Motivación hacia la CIENCIA</i>	9	.919	.909 / .928	.000
<i>Motivación hacia la INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i>	9	.909	.898 / .919	.000
<i>Motivación y Habilidades para el Siglo XXI</i>	11	.857	.839 / .873	.000
<i>Intereses FUTUROS</i>	12	.800	.776 / .823	.000
<i>Escala S-STEM completa</i>	49	.925	.916 / .933	.000

Así mismo, esta alta fiabilidad nos permite calcular una puntuación total para cada sujeto en cada una de las 5 dimensiones que componen el instrumento. Dada la diferente cantidad de ítems que forman parte de cada una de ellas, en lugar de utilizar el método de la acumulación de puntos (suma) habitual en las escalas Likert, se ha empleado el método del promedio (media aritmética) también empleado en las escalas de medición de motivación tipo Likert. De esta forma la puntuación total de cada dimensión queda expresada en la misma escala numérica [1-5; para las cuatro primeras dimensiones; y 1-4 para la quinta] lo que facilita su comparación e interpretación.



Calculadas estas cinco puntuaciones, se procedió a una exploración de su forma mediante los Diagramas Q-Q de normalidad y los Diagramas de caja, junto a los índices de Asimetría y Curtosis/Altura y el Test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov. El objetivo principal de este estudio es determinar en qué grado podemos admitir que los valores de estas variables totales de resumen se ajustan a una campana normal de Gauss. En el test KS se rechaza la normalidad de las variables solo si el desvío es muy grave (estadísticamente significativo para $p < .01$). Así mismo se describen las variables con las herramientas habituales de centralidad y variabilidad. Los resultados se exponen resumidos en la tabla 7 que sigue.

A pesar de que las p-sig de dos de las cinco variables de puntuación total indican que las diferencias con respecto al modelo de la normal son altamente significativas ($p < .01$) los valores de los índices de asimetría y curtosis entran dentro del rango de la normalidad [-1 ; +1]. En la misma línea, los gráficos Q-Q (figuras de la 1 a la 5) nos muestran a la inmensa mayoría de los puntos prácticamente sobre la diagonal que representa simbólicamente a una distribución normal, es decir que las diferencias son muy pequeñas aunque se aprecian leves desvíos, sobre todo en alguno de los extremos de los continuos. Por tanto, a pesar de las significaciones comentadas (asociadas con seguridad al elevado N de casos), las evidencias que tenemos nos permiten aceptar que estas cinco variables tienden suficientemente a distribuirse de forma similar a la de una campana normal.

Considerando las cuatro dimensiones con escala [1 – 5] en la medición de las Motivación, sus descriptivos nos indican que el valor medio más alto aparece en las Habilidades para el siglo XXI (casi 4 puntos) con bastante distancia con respecto a las otras tres (entre los 3.26 de Motivación hacia las matemáticas y los 3.38 de las



Motivación hacia la Ciencia). Aun así de modo global, la situación de la muestra está en una posición centrada del continuo escalar. Los rangos reales (1-5) indican que se han cubierto todos los valores posibles de las escalas de cada dimensión, siendo las desviaciones similares (sobre 1 punto) en la tres primeras dimensiones y algo menor en la cuarta.

Al respecto de la dimensión de Intereses Futuros, el valor medio (2.27) también sitúa a la muestra en una posición intermedia entre el interés y el desinterés, cubriendo la totalidad del rango.

Tabla 19: *Análisis exploratorio y descriptivo.* Cuestionario S-STEM. N=612

Variable	Exploración: Forma			Centralidad		Rango (Mín. / Máx.)	Variabilidad	
	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor	Media	Mediana		Desviación estándar	Rango intercuartil
<i>MATEMÁTICAS</i>	-0.214	-0.491	.098 ^{NS}	3.26	3.25	1.00 / 5.00	0.94	1.38
<i>CIENCIA</i>	-0.336	-0.872	.000**	3.38	3.44	1.00 / 5.00	1.01	1.67
<i>ING. Y TEC.</i>	-0.216	-0.754	.008**	3.27	3.28	1.00 / 5.00	1.00	1.56
<i>HAB. SIGLO XXI</i>	-0.779	0.871	.000**	3.96	4.00	1.00 / 5.00	0.64	0.82
<i>INT. FUTUROS</i>	0.080	-0.105	.082 ^{NS}	2.27	2.25	1.00 / 4.00	0.60	0.75

NS = Desvío no significativo ($p > .05$) la variable se distribuye normalmente

** = Desvío grave significativo ($p < .01$) la variable no se ajusta a la normalidad

Tabla 20. *Análisis exploratorio y descriptivo.* Cuestionario S-STEM. N=612

Variable	Exploración: Forma			Centralidad		Rango (Mín. / Máx.)	Variabilidad	
	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor	Media	Mediana		Desviación estándar	Rango intercuartil
<i>MATEMÁTICAS</i>	-0.214	-0.491	.098 ^{NS}	3.26	3.25	1.00 / 5.00	0.94	1.38
<i>CIENCIA</i>	-0.336	-0.872	.000**	3.38	3.44	1.00 / 5.00	1.01	1.67
<i>ING. Y TEC.</i>	-0.216	-0.754	.008**	3.27	3.28	1.00 / 5.00	1.00	1.56
<i>HAB. SIGLO XXI</i>	-0.779	0.871	.000**	3.96	4.00	1.00 / 5.00	0.64	0.82
<i>INT. FUTUROS</i>	0.080	-0.105	.082 ^{NS}	2.27	2.25	1.00 / 4.00	0.60	0.75

NS = Desvío no significativo ($p > .05$) la variable se distribuye normalmente

** = Desvío grave significativo ($p < .01$) la variable no se ajusta a la normalidad



Figura 25: Diagrama Q-Q de normalidad. S-STEM – Motivación hacia las MATEMÁTICAS. N=612

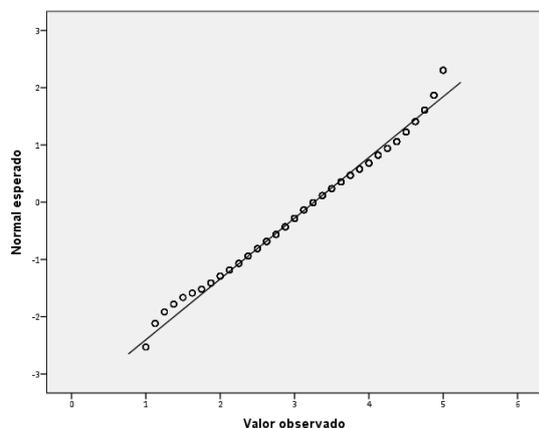
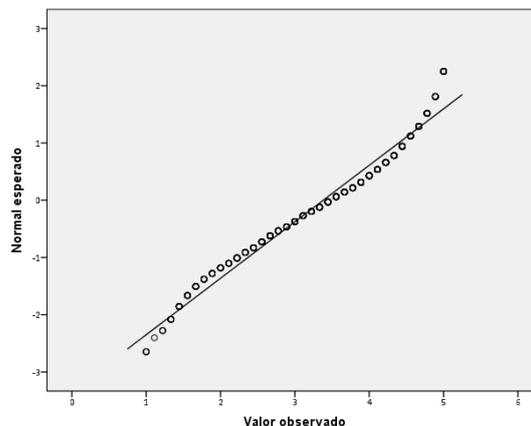


Figura 26: Diagrama Q-Q de normalidad. S-STEM – Motivación hacia las CIENCIAS. N=612



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 27: Diagrama Q-Q de normalidad. S-STEM – Motivación hacia la INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA. N=612

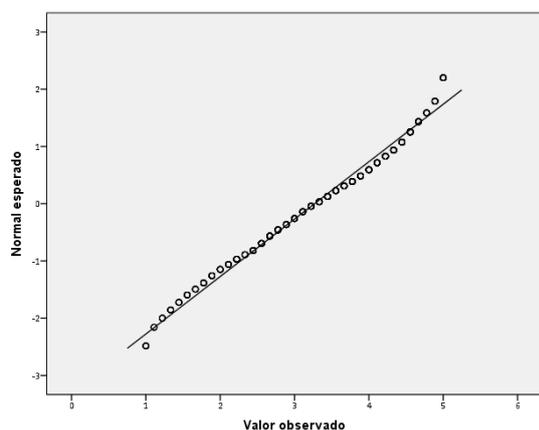
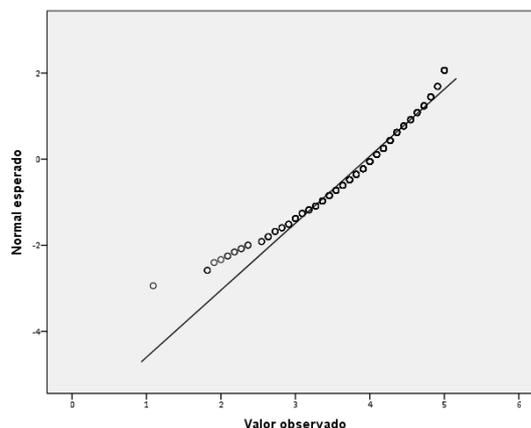
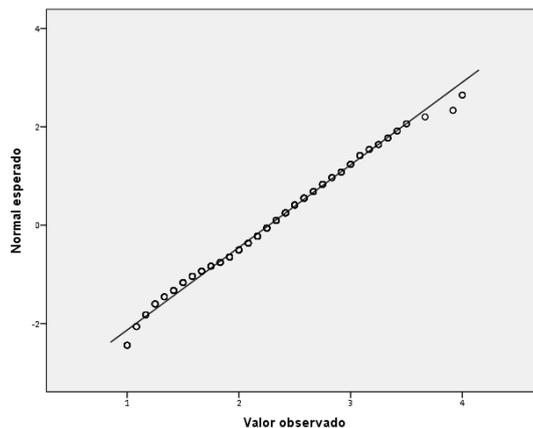


Figura 28: Diagrama Q-Q de normalidad. S-STEM – Motivación y Habilidades hacia el APRENDIZAJE PARA EL SIGLO XXI. N=612



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Figura 28: Diagrama Q-Q de normalidad. S-STEM – Interese FUTUROS. N=612



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22



La anterior exploración de datos que nos ha llevado a admitir la tendencia hacia la normalidad de las variables, nos permite decidir que para el resto de los análisis estadísticos que se forman parte del presente estudio se hayan podido emplear métodos paramétricos que son más potentes. En concreto se ha utilizado:

- Test T de Student para el contraste de diferencia de medias de 2 grupos independientes entre sí;
- Anova de 1 factor de efectos fijos para el contraste de diferencias entre >2 grupos independientes entre sí, junto a los test de contraste a posteriori (post hoc) de Tukey;
- Anova de medidas repetidas (MR) para el contraste de medias obtenidas en el mismo grupo;
- Estimación del tamaño del efecto mediante el coeficiente R^2 .

8.1 Análisis de los resultados

Análisis intragrupo

En esta parte del estudio se procede a comparar las puntuaciones medias de la muestra en las cuatro dimensiones que tienen la misma escala de medida (Likert 1-5) con la intención de determinar si las motivaciones son más positivas hacia una de ellas en concreto, es decir que se contrastan 4 valores medios obtenidos en un mismo grupo de sujetos y por ello se ha empleado un test estadístico intragrupo (Anova MR). Se ha realizado el análisis, para la muestra completa y segmentando por sexo y curso. Los resultados se resumen en la tabla 21 que sigue más abajo.

En todos los contrastes se observa como regla que la media más elevada se corresponde con la dimensión Habilidades para el siglo XXI que ronda los 4 puntos e



incluso los supera (en Mujeres, en 1º ESO y en 1º de bachiller). Y en general, en todos los grupos se observa que esta diferencia es altamente significativa ($p < .001$) con la excepción del curso 2º de bachillerato donde solo es significativa ($p < .05$) pero esto es debido a lo reducido del número de participantes en esa muestra. Los tamaños del efecto son bastante notables e incluso elevados: 30% en mujeres (efecto muy grande), 27.8% en 1º de bachiller (también muy grande) y sobre un 20% (grande) tanto en 4º de ESO como en 2º de bachiller. El menor efecto se ha encontrado en los hombres, solo un 9.4% pero que aún se puede valorar como de moderado.

Entre las otras tres dimensiones, las diferencias fluctúan siendo unas veces más altas las medias de una dimensiones y otras veces las de otras dimensiones; pero en cualquier caso ello se debe a la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre ellas ($p > .05$).

Tabla 21: *Análisis inferencial intragrupo: Significación de la diferencia.* Comparación entre las dimensiones del S-STEM. Muestra completa y segmentada por sexo y por curso.

GRUPO	N	Valores de Media (D.E.) de las DIMENSIONES				ANOVA-MR		Tamaño del EFECTO: R ²
		MATEM.	CIENCIA	ING.-TEC.	HAB. s. XXI	Valor	P	
MUESTRA TOTAL	612	3.26 (0.94)	3.39 (1.01)	3.27 (1.00)	3.96 (0.64)	115.86**	.000	.159
HOMBRES	317	3.40 (0.93)	3.38 (0.99)	3.61 (0.87)	3.87 (0.65)	32.74**	.000	.094
MUJERES	295	3.11 (0.93)	3.38 (1.04)	2.90 (0.99)	4.05 (0.62)	125.89**	.000	.300
1º ESO	143	3.48 (0.83)	3.32 (0.92)	3.56 (0.91)	4.03 (0.65)	27.89**	.000	.164
2º ESO	61	3.42 (0.92)	3.39 (1.02)	3.28 (0.93)	3.93 (0.73)	8.19**	.000	.120
3º ESO	107	3.14 (0.96)	3.16 (0.99)	3.31 (0.98)	3.77 (0.71)	16.75**	.000	.136
4º ESO	145	3.11 (1.04)	3.15 (1.06)	3.03 (1.05)	3.88 (0.60)	36.21**	.000	.201
1º BACH.	140	3.27 (0.90)	3.86 (0.91)	3.19 (1.01)	4.12 (0.53)	53.42**	.000	.278
2º BACH.	16	2.98 (0.97)	3.29 (1.16)	3.17 (1.08)	3.92 (0.69)	3.87 *	.015	.205

Diferencias entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control

Los resultados de estos test de contraste intergrupo se resumen en la tabla 22 que sigue. Como se puede comprobar en ella, en todas las variables de Motivación excepto en la de la Ciencia, los valores medios en el GE son superiores a los valores medios del GC; en Ciencia como se ha advertido es al contrario: mayor valor medio en el GC. No obstante, las diferencias en: Matemáticas, Ciencia, Habilidades siglo XXI y en Intereses *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*



Futuros, no alcanzan la significación estadística ($p > .05$) conclusión que se ve apoyada porque los tamaños del efecto respectivos son casi nulos ($< 1\%$). Solamente en la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología, se ha encontrado una diferencia que es altamente significativa ($p < .01$) tal que podemos admitir que el valor medio es superior en los estudiantes del GE (diferencia: 0.33 puntos; con IC al 95%: 0.18 – 0.49 puntos) aunque es cierto que se corresponde con un tamaño del efecto muy bajo (solamente del 2.8%). Por tanto, en general no tenemos evidencias estadísticas suficientes para admitir que existan diferencias entre los estudiantes de ambos grupos.

Tabla 22: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=612

Variable	G.E. (N=278)	G.C. (N=334)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.33 (0.89)	3.21 (0.98)	1.51 ^{NS}	.131	---	---	.004
CIENCIA	3.30 (0.97)	3.45 (1.04)	-1.83 ^{NS}	.068	---	---	.005
INGEN. Y TECNO.	3.45 (0.95)	3.12 (1.01)	4.16 ^{**}	.000	0.18	0.49	.028
HAB. SIGLO XXI	3.98 (0.62)	3.94 (0.66)	0.69 ^{NS}	.492	---	---	.001
INT. FUTUROS	2.29 (0.58)	2.25 (0.61)	0.74 ^{NS}	.461	---	---	.001

N.S. = NO significativo ($p > .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

A continuación se ha segmentado la muestra total por sexos, con la intención de comprobar si estos resultados anteriores se repiten de forma similar tanto en hombres como en mujeres.

Los resultados en la submuestra de hombres (tabla 23) son bastante similares a los de la muestra total por cuanto se mantienen más altas en el GE las medias de cuatro de las dimensiones, siendo la del GC mayor en la dimensión restante. También se mantiene que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas ($p > .05$) excepto la de la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología ($p < .05$) pero con un tamaño del efecto muy bajo 1.9%. Por tanto, como en la muestra completa, no hay evidencias estadísticas suficientes de diferencias entre GE y GC en varones.



En cuanto a las mujeres (tabla 24) aunque algunas de las diferencias cambian de sentido, siguen careciendo de significación ($p > .05$) con la misma excepción de la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología ($p < .05$) de nuevo con un tamaño del efecto muy bajo: 1.8%, similar al de los chicos. Por tanto tampoco hay evidencias suficientes de diferencias entre GE y GC dentro de las mujeres.

Tabla 23: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=317 varones.

Variable	G.E. (N=161)	G.C. (N=156)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.47 (0.88)	3.34 (0.98)	1.19 ^{NS}	.235	---	---	.004
CIENCIA	3.33 (0.95)	3.43 (1.03)	-0.87 ^{NS}	.384	---	---	.002
INGEN. Y TECNO.	3.73 (0.86)	3.49 (0.87)	2.50*	.013	0.05	0.43	.019
HAB. SIGLO XXI	3.93 (0.65)	3.80 (0.66)	1.75 ^{NS}	.081	---	---	.010
INT. FUTUROS	2.35 (0.58)	2.30 (0.59)	0.75 ^{NS}	.451	---	---	.002

N.S. = NO significativo ($p > .05$) * = Significativo al 5% ($p < .05$)

Tabla 24: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=295 mujeres.

Variable	G.E. (N=117)	G.C. (N=178)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMÁTICAS	3.13 (0.87)	3.10 (0.97)	0.35 ^{NS}	.729	---	---	.000
CIENCIA	3.25 (1.00)	3.47 (1.06)	-1.74 ^{NS}	.083	---	---	.010
INGEN. Y TECNO.	3.06 (0.92)	2.79 (1.02)	2.30*	.022	0.04	0.50	.018
HAB. SIGLO XXI	4.04 (0.57)	4.06 (0.65)	-0.31 ^{NS}	.758	---	---	.000
INT. FUTUROS	2.20 (0.56)	2.21 (0.63)	-0.12 ^{NS}	.904	---	---	.000

N.S. = NO significativo ($p > .05$) * = Significativo al 5% ($p < .05$)

En conclusión la ausencia de diferencias entre los GE y GC, son independientes del sexo.

Se repite el mismo estudio pero ahora en función del curso. Como ya se comentó al inicio del informe, para equilibrar el tamaño de los grupos se procedió a re-



categorizar esta variable en tres niveles: 1º-2º ESO (n=204), 3º-4º ESO (n=252) y 1º-2º Bachiller (n=156). Con respecto a estos tres niveles se realiza la segmentación de este análisis y los siguientes.

Los resultados en este caso sí que presentan alguna variación dependiendo del nivel académico de los estudiantes. En concreto:

- En la submuestra de alumnos de 1º o 2º de ESO, aparece una diferencia altamente significativa ($p < .001$) entre los sujetos GE y GC en la actitud hacia la Ciencia, siendo inferior (actitud menos positiva) en el GE (diferencia: 0.39 puntos; IC 95%: 0.13 – 0.65 puntos) que se corresponde con un tamaño del efecto moderado bajo (4.2%).
- Sin embargo, en el subgrupo de estudiantes de 3º o 4º de ESO en la dimensión anterior no existe la significación citada y en cambio reaparece la diferencia en la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología ($p < .001$) tal que la media es más elevada en el GE (diferencia: 0.54; IC: 0.29 – 0.79 puntos) que se corresponde con un tamaño del efecto moderado (6.8%) algo mayor que el antes comentado.
- Por su parte en la submuestra de alumnos de 1º o 2º de Bachiller, se mantiene que la única significación se observa en la actitud hacia la Ingeniería y la Tecnología ($p < .05$) con el mismo sentido de la anterior (diferencia: 0.35; IC: 0.03 – 0.66 puntos) pero con un tamaño del efecto menor (solo el 3%).



En el resto de las dimensiones, en ninguna de las submuestras según curso, las diferencias observadas no llegan a ser estadísticamente significativas ($p > .05$) y los tamaños del efecto con casi nulos.

Por tanto, como conclusión global podemos decir que nuestros datos aportan escasas evidencias estadísticas de la existencia de diferencias entre GE y GC en función del nivel académico de los participantes. Si bien es cierto que en las dos dimensiones comentadas sí que podemos sospechar un efecto diferencial del curso sobre la motivación (hacia la Ciencia y hacia la Ingeniería y Tecnología) de los estudiantes.

Tabla 25: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=204 de 1º y 2º ESO

Variable	G.E. (N=117)	G.C. (N=178)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.50 (0.82)	3.43 (0.88)	0.56 ^{NS}	.577	---	---	.002
CIENCIA	3.13 (0.88)	3.52 (0.97)	-2.97**	.003	-0.65	-0.13	.042
INGEN. Y TECNO.	3.52 (0.94)	3.44 (0.91)	0.59 ^{NS}	.558	---	---	.002
HAB. SIGLO XXI	4.02 (0.62)	3.98 (0.71)	0.51 ^{NS}	.613	---	---	.001
INT. FUTUROS	2.40 (0.64)	2.40 (0.64)	-0.04 ^{NS}	.965	---	---	.000

N.S. = NO significativo ($p > .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

Tabla 26: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=252 de 3º y 4º ESO

Variable	G.E. (N=104)	G.C. (N=148)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.20 (0.96)	3.06 (1.04)	1.09 ^{NS}	.277	---	---	.005
CIENCIA	3.14 (0.98)	3.16 (1.06)	-0.21 ^{NS}	.834	---	---	.000
INGEN. Y TECNO.	3.47 (0.90)	2.92 (1.05)	4.26**	.000	0.29	0.79	.068
HAB. SIGLO XXI	3.84 (0.62)	3.83 (0.67)	0.19 ^{NS}	.847	---	---	.000
INT. FUTUROS	2.25 (0.54)	2.16 (0.63)	1.29 ^{NS}	.200	---	---	.007

N.S. = NO significativo ($p > .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)



Tabla 27: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=156 de 1º y 2º BACH

Variable	G.E. (N=83)	G.C. (N=73)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.29 (0.86)	3.17 (0.97)	0.84 ^{NS}	.403	---	---	.005
CIENCIA	3.69 (0.96)	3.92 (0.93)	-1.53 ^{NS}	.128	---	---	.015
INGEN. Y TECNO.	3.35 (1.01)	3.01 (0.99)	2.18 *	.031	0.03	0.66	.030
HAB. SIGLO XXI	4.09 (0.59)	4.11 (0.51)	-0.26 ^{NS}	.795	---	---	.000
INT. FUTUROS	2.21 (0.52)	2.22 (0.48)	-0.10 ^{NS}	.924	---	---	.000

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05)

Diferencias por razón de género

Los resultados obtenidos (tabla 28) nos indican que, excepto en la motivación hacia la Ciencia, existen diferencias altamente significativas (p<.001) en todas las demás dimensiones S-STEM.

Sin embargo, los tamaños del efecto a los que se corresponden estas significaciones son bajos (diferencias escasas) en tres de ellas: Matemáticas (2.4%), Habilidades del s.XXI (2.0%) e Intereses Futuros (1.1%). Solamente en la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología el efecto observado es grande (12.8%) y por tanto se puede concluir con solidez que en función de los valores medios, los chicos tienen una actitud más positiva (3.61 vs 2.90; IC para la diferencia: 0.56 – 0.86).

Tabla 28: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Sexo. N=612

Variable	HOMBRES (N=317)	MUJERES (N=295)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO : R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
MATEMATICAS	3.40 (0.93)	3.11 (0.93)	3.88**	.000	0.14	0.44	.024
CIENCIA	3.38 (0.99)	3.38 (1.04)	0.02 ^{NS}	.988	---	---	.000
INGEN. Y TECNO.	3.61 (0.87)	2.90 (0.99)	9.46**	.000	0.56	0.86	.128
HAB. SIGLO XXI	3.87 (0.65)	4.05 (0.62)	-3.55**	.000	-0.28	-0.08	.020
INT. FUTUROS	2.33 (0.58)	2.21 (0.60)	2.58**	.010	0.03	0.22	.011

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)



Diferencias por razón de curso

Considerando en los cursos los tres niveles establecidos con la intención de equilibrar lo más posible la participación, los resultados del contraste entre ellos (tabla 29) han encontrado diferencias altamente significativas ($p < .001$) en todas las dimensiones del S-STEM, si bien es cierto que en todas ellas el tamaño del efecto es bajo (entre el 2,5 y el 3%) salvo en la motivación hacia la Ciencia donde es ya moderado (6.5%). Según los test a posteriori de Tukey:

- La significación en Ciencias se debe a una mejor actitud de los estudiantes de 1º - 2º de bachiller con respecto a cualquiera de los demás cursos (3.80 vs 3.34 y 3.15; $p < .01$).
- En el caso de las Habilidades del s.XXI la significación aparece porque los de 3º - 4º ESO tienen un valor medio (3.83) inferior a los demás (4.00 y 4.10; $p < .01$).
- En Matemáticas, la razón de la significación se debe a una mayor puntuación de los alumnos de 1º - 2º ESO (3.46) con respecto a todos los demás (3.24 y 3.12; $p < .01$).
- La misma razón es la causante de la diferencia en los Intereses futuros: la media es superior en los alumnos de 1º - 2º ESO (2.40) con respecto a todos los demás (2.22 y 2.20; $p < .01$).
- En la motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología son los de 1º - 2º ESO los que más puntúan (3.48) comparados con todos los demás (3.19 y 3.15; $p < .01$).



Tabla 29: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Curso. N=612

Variable	1º - 2º ESO (N=204)	3º - 4º ESO (N=252)	1º - 2º BACH (N=156)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO:
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	R ²
MATEMATICAS	3.46 (0.85)	3.12 (1.01)	3.24 (0.91)	7.71**	.000	.025
CIENCIA	3.34 (0.95)	3.15 (1.03)	3.80 (0.95)	21.17**	.000	.065
INGEN. Y TECNO.	3.48 (0.92)	3.15 (1.02)	3.19 (1.01)	6.83**	.001	.022
HAB. SIGLO XXI	4.00 (0.67)	3.83 (0.65)	4.10 (0.55)	8.97**	.000	.029
INT. FUTUROS	2.40 (0.64)	2.20 (0.60)	2.22 (0.50)	7.42**	.001	.024

** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Diferencias por razón de Estudios de los padres.

Se dispone de la información del nivel de estudios tanto del padre como de la madre. El análisis se ha realizado para cada uno de ellos. En el caso de las madres, según la distribución de la muestra, hay muy pocos participantes con madres sin estudios (10; 1.6%) o solo con estudios de primaria (27; 4.4%). En cuanto a los padres, encontramos algo similar: sin estudios solo 14 (2.3%) y con primaria solo 40 (un 6.5%). Por tanto es evidente la necesidad de su reagrupación en una misma categoría.

Tras esto, los resultados de la relación del nivel de estudios de la madre con las dimensiones S-STEM según las respuestas de los estudiantes (tabla 30) determinan que ni en Habilidades del s.XXI ni en Intereses futuros existen diferencias significativas (p>.05). Sí que las hay en la motivación hacia la Ingeniería y la tecnología (p<.05; efecto muy bajo: 1.5%) donde se observa un corte tal que la actitud es más positiva en los niveles educativos altos de la madres (universitario/secundaria: 3.39 y 3.24) con respecto a los niveles más bajos (primaria/sin estudios: 3.08 y 3.07).



En la motivación hacia las Matemáticas la significación ($p < .001$ y con efecto bajo: 2.6%) ha aparecido según los test post-hoc de Tukley porque son los hijos de madres universitarias los que tienen una mayor actitud (3.43) comparados con todos los demás (entre 3.09 y 3.15). Y finalmente en motivación hacia la Ciencia la significación ($p < .001$ y ya con efecto moderado-leve: 3.6%) se ha establecido porque la actitud es más positiva en los hijos de universitarias (3.58) seguidos de los hijos de madres con nivel medio (Bach./FP: 3.32) y por último del resto de niveles inferiores (3.13 y 3.00)

Tabla 30: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Nivel de Estudios de la Madre. N=612

Variable	Primaria/Sin (N=37)	Secundaria (N=95)	Bach / FP (N=212)	Universitarias (N=268)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECT O: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	3.10 (0.99)	3.09 (0.90)	3.15 (0.96)	3.43 (0.91)	5.44**	.001	.026
CIENCIA	3.00 (1.08)	3.13 (1.07)	3.32 (0.99)	3.58 (0.97)	7.49**	.000	.036
INGEN. Y TECNO.	3.08 (1.17)	3.07 (0.96)	3.24 (1.00)	3.39 (0.97)	3.11 *	.026	.015
HAB. SIGLO XXI	3.91 (0.70)	3.84 (0.67)	3.94 (0.68)	4.02 (0.58)	1.94 ^{NS}	.121	.009
INT. FUTUROS	2.27 (0.76)	2.18 (0.54)	2.24 (0.59)	2.33 (0.59)	1.72 ^{NS}	.162	.008

N.S. = NO significativo ($p > .05$) * = Significativo al 5% ($p < .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

En cuanto a la relación de los estudios del padre con las dimensiones S-STEM, estos parecen tener menor efecto por cuanto sigue sin aparecer significación ($p > .05$) en las Habilidades del s.XXI y en los Intereses Futuros, pero se añade también en Ingeniería y tecnología. En la motivación hacia las Matemáticas, sí que la hay (pero solo $p < .05$ y con efecto pequeño: 1.5%) producida porque son los hijos de padres universitarios los que más puntúan en esta dimensión, siendo el resto de diferencias más difusas. Y por último, en la motivación hacia la Ciencia ($p < .001$ y efecto moderado-leve: 3.7%) la actitud es más positiva en los hijos de universitarios (3.55) seguidos de los hijos de padres estudios medio (Bach./FP: 3.45) y en último lugar del resto de niveles inferiores (3.21 y 3.04).



Tabla 31: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Nivel de Estudios del Padre. N=612

Variable	Primaria/Sin (N=54)	Secundaria (N=121)	Bach / FP (N=218)	Universitarias (N=219)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECT O: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	3.08 (0.97)	3.15 (0.94)	3.23 (0.93)	3.41 (0.93)	3.15 *	.025	.015
CIENCIA	3.21 (1.08)	3.04 (1.03)	3.45 (1.02)	3.55 (0.95)	7.71**	.000	.037
INGEN. Y TECNO.	3.13 (1.05)	3.17 (0.94)	3.23 (1.02)	3.40 (0.98)	2.20 ^{NS}	.086	.011
HAB. SIGLO XXI	3.92 (0.68)	3.90 (0.60)	3.95 (0.69)	4.01 (0.60)	0.83 ^{NS}	.477	.004
INT. FUTUROS	2.23 (0.69)	2.25 (0.53)	2.29 (0.59)	2.27 (0.61)	0.23 ^{NS}	.876	.001

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Asociación con las expectativas de calificaciones.

Se ha estudiado la posible relación entre las dimensiones del S-STEM y las expectativas de calificaciones en tres áreas: Lengua/Historia, Matemáticas y Ciencias. Para ello y dado el tipo de datos de los que disponemos, se ha recurrido al método Anova de 1 factor. Aunque éste es un procedimiento para la diferencia de medias, de la existencia/ausencia de significación entre los valores medios, se deduce la existencia/ausencia de correlación entre las variables. Así mismo, el valor del tamaño del efecto (R²) también se puede considerar como un estimador de la magnitud de la relación.

Asociación con la Expectativa de rendimiento en Lengua/Historia.

La tabla 32 presenta la asociación de las dimensiones S-STEM con la expectativa de rendimiento en al área clásica de letras (Lengua/Historia). Se ha comprobado que no existen diferencias estadísticamente significativas y por tanto que no hay relación (p>.05) en el caso de las dimensiones: Motivación hacia las Matemáticas, hacia la Ingeniería y Tecnología, y en los Intereses Futuros. Pero sí que se ha encontrado una asociación altamente significativa (p<.001) tanto con la Motivación hacia la Ciencia como con las Habilidades para el s. XXI.



En ambas dimensiones se aprecia como a medida que se incrementa, a mejor, la expectativa en las calificaciones, se incrementan los valores medios en ambas dimensiones: en 0.68 puntos en Ciencias y en 0.57 puntos en las Habilidades para el s.XXI, desde el menor valor observado en los que creen que tendrán notas no muy buenas y el valor observado en los que piensan que las notas serán muy buenas. Las intensidades de estas relaciones no son muy elevadas, pero se corresponden con efectos ya moderados, del 4.5% para la Actitud hacia la Ciencia y del 7.6% para las Habilidades del s.XXI.

Tabla 32: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=612

Variable	No muy buenas (N=76)	OK / Buenas (N=354)	Muy buenas (N=182)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO O: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	3.07 (0.89)	3.26 (0.92)	3.34 (0.99)	2.24 ^{NS}	.107	.007
CIENCIA	2.92 (1.04)	3.35 (0.95)	3.63 (1.06)	14.18* *	.000	.045
INGEN. Y TECNO.	3.24 (1.02)	3.25 (0.99)	3.31 (1.01)	0.20 ^{NS}	.817	.001
HAB. SIGLO XXI	3.61 (0.75)	3.91 (0.61)	4.18 (0.57)	24.95* *	.000	.076
INT. FUTUROS	2.15 (0.63)	2.28 (0.55)	2.31 (0.67)	1.83 ^{NS}	.161	.006

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Segmentando la muestra por sexos (tablas 33 y 34) los datos parecen apuntar a una mayor asociación entre estas expectativas y las dos dimensiones donde apareció la significación arriba comentada. En la relación con la actitud hacia la Ciencia, el efecto es 5.5% en chicos vs un 4.3% en las chicas, pero sobre todo en las Habilidades para el s.XXI donde el efecto llega al 10.6% en lo hombres y se queda solo en el 4.1% en las mujeres. Además en los hombres aparece una relación significativa más, con la motivación hacia las Matemáticas (p<.05; efecto leve del 2.2%).



Tabla 33: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=317 varones

Variable	No muy buenas (N=45)	OK / Buenas (N=198)	Muy buenas (N=74)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMÁTICAS	3.23 (0.92)	3.36 (0.90)	3.64 (1.00)	3.52 *	.031	.022
CIENCIA	3.01 (0.99)	3.33 (0.92)	3.75 (1.07)	9.19**	.000	.055
INGEN. Y TECNO.	3.55 (0.89)	3.60 (0.88)	3.68 (0.85)	0.35 ^{NS}	.706	.002
HAB. SIGLO XXI	3.52 (0.73)	3.82 (0.63)	4.20 (0.49)	18.59* *	.000	.106
INT. FUTUROS	2.14 (0.58)	2.36 (0.55)	2.37 (0.66)	2.88 ^{NS}	.057	.018

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 34: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=295 mujeres

Variable	No muy buenas (N=31)	OK / Buenas (N=156)	Muy buenas (N=108)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMÁTICAS	2.85 (0.81)	3.14 (0.95)	3.14 (0.94)	1.36 ^{NS}	.258	.009
CIENCIA	2.79 (1.10)	3.38 (0.98)	3.55 (1.05)	6.64**	.002	.043
INGEN. Y TECNO.	2.79 (1.05)	2.81 (0.94)	3.05 (1.03)	2.06 ^{NS}	.129	.014
HAB. SIGLO XXI	3.74 (0.75)	4.03 (0.57)	4.17 (0.62)	6.16**	.002	.041
INT. FUTUROS	2.17 (0.70)	2.17 (0.53)	2.26 (0.67)	0.72 ^{NS}	.487	.005

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Y segmentando por cursos (tablas 35, 36 y 37) se comprueba con bastante claridad, como la intensidad de la relación de la expectativas de rendimiento en Lengua/Historia con la actitud hacia la Ciencia es más elevada en los alumnos de niveles inferiores (1º y 2ª ESO: 8.9% vs valores del 2.5% y del 4.8% en los demás cursos). Pero sobre todo lo más llamativo es el incremento muy notable de la relación de esta expectativa con la dimensión Habilidades para el s.XXI que alcanza un efecto del 23.0% (grande) en los alumnos del 1º - 2º de bachiller, cuando en los demás cursos se queda en el entorno del 4%. Por tanto esta es una evidencia muy fuerte de que en esta asociación, el curso tienen un efecto modulador evidente.



El resto de relaciones, o de ausencia de las mismas, se mantiene similar entre unos y otros cursos, como ya ocurría con la segmentación en función del sexo, de modo que hay pocas evidencias estadísticas de que sobre ellas, estén ejerciendo algún cambio.

Tabla 35: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=204 de 1º y 2º ESO.

Variable	No muy buenas (N=15)	OK / Buenas (N=116)	Muy buenas (N=73)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	3.14 (0.69)	3.55 (0.76)	3.39 (1.00)	1.92 ^{NS}	.150	.019
CIENCIA	2.64 (0.90)	3.23 (0.84)	3.66 (1.01)	9.78**	.000	.089
INGEN. Y TECNO.	3.39 (0.98)	3.48 (0.92)	3.49 (0.93)	0.07 ^{NS}	.933	.001
HAB. SIGLO XXI	3.71 (0.91)	3.93 (0.65)	4.17 (0.63)	4.41 *	.013	.042
INT. FUTUROS	2.11 (0.63)	2.38 (0.60)	2.49 (0.70)	2.40 ^{NS}	.093	.023

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 36: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=252 de 3º y 4º ESO.

Variable	No muy buenas (N=46)	OK / Buenas (N=151)	Muy buenas (N=55)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	3.10 (0.98)	3.12 (1.03)	3.14 (0.98)	0.02 ^{NS}	.977	.000
CIENCIA	2.92 (1.02)	3.13 (0.98)	3.42 (1.11)	3.17 *	.044	.025
INGEN. Y TECNO.	3.20 (1.05)	3.17 (1.01)	3.05 (1.04)	0.34 ^{NS}	.709	.003
HAB. SIGLO XXI	3.65 (0.70)	3.81 (0.65)	4.06 (0.57)	5.54**	.004	.043
INT. FUTUROS	2.22 (0.60)	2.21 (0.56)	2.14 (0.68)	0.34 ^{NS}	.710	.003

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 37: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=156 de 1º y 2º BACH.

Variable	No muy buenas (N=15)	OK / Buenas (N=87)	Muy buenas (N=54)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.93 (0.81)	3.13 (0.85)	3.49 (0.98)	3.66 *	.028	.046
CIENCIA	3.19 (1.19)	3.91 (0.78)	3.80 (1.07)	3.84 *	.024	.048
INGEN. Y TECNO.	3.21 (1.04)	3.11 (0.99)	3.32 (1.04)	0.77 ^{NS}	.464	.010
HAB. SIGLO XXI	3.36 (0.71)	4.08 (0.46)	4.32 (0.45)	22.89* *	.000	.230
INT. FUTUROS	1.98 (0.71)	2.26 (0.41)	2.22 (0.55)	1.92 ^{NS}	.150	.024

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)



Asociación con la Expectativa de rendimiento en Matemáticas.

En la tabla 38 aparecen los resultados de las relaciones entre las dimensiones S-STEM y las expectativas de calificación escolar en Matemáticas. Se han encontrado diferencias altamente significativas en todas ellas ($p < .001$) lo que implica que esta expectativa está asociada de forma significativa con todas las dimensiones. En cada una de estas variables se observa como los valores medios se incrementan a medida que aumenta a mejor la buena expectativa de calificación que tienen los estudiantes. Los efectos son moderados-bajos (sobre el 3%) en motivación hacia la Ingeniería y la Tecnología, y en los Intereses Futuros, aumenta a moderado en las Habilidades del s.XXI (6.3%) y en la motivación hacia la Ciencia (7.3%); pero sobre se observa una relación muy fuerte equivalente a un efecto del 41.6% con la motivación hacia las Matemáticas.

Tabla 38: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=612

Variable	No muy buenas (N=126)	OK / Buenas (N=323)	Muy buenas (N=163)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.32 (0.76)	3.21 (0.71)	4.10 (0.71)	216.63**	.000	.416
CIENCIA	2.91 (0.94)	3.40 (0.99)	3.71 (0.99)	23.87* *	.000	.073
INGEN. Y TECNO.	2.95 (0.96)	3.30 (0.99)	3.46 (0.99)	9.99**	.000	.032
HAB. SIGLO XXI	3.71 (0.73)	3.94 (0.60)	4.18 (0.58)	20.52* *	.000	.063
INT. FUTUROS	2.09 (0.56)	2.28 (0.59)	2.39 (0.61)	9.34**	.000	.030

** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

Segmentando por sexos (tablas 39 y 40) se comprueba que esta alta relación comentada es más intensa en los hombres (efecto del 46.9%) que en las mujeres (39.7%). En tanto que en las demás hay mayor similitud de resultados entre sexos, comportándose ambos de forma parecida a lo que se ha encontrado en la muestra total.



Tabla 39: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=317 varones

Variable	No muy buenas (N=69)	OK / Buenas (N=167)	Muy buenas (N=81)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.45 (0.79)	3.36 (0.68)	4.30 (0.58)	138.54**	.000	.469
CIENCIA	3.03 (0.95)	3.35 (0.96)	3.75 (0.97)	10.91* *	.000	.065
INGEN. Y TECNO.	3.30 (0.87)	3.63 (0.89)	3.83 (0.77)	7.26**	.001	.044
HAB. SIGLO XXI	3.64 (0.66)	3.84 (0.66)	4.13 (0.54)	11.56* *	.000	.069
INT. FUTUROS	2.03 (0.51)	2.38 (0.59)	2.48 (0.55)	13.31* *	.000	.078

** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 40: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=295 mujeres

Variable	No muy buenas (N=57)	OK / Buenas (N=156)	Muy buenas (N=82)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.17 (0.71)	3.04 (0.71)	3.89 (0.76)	96.07* *	.000	.397
CIENCIA	2.78 (0.91)	3.45 (1.02)	3.67 (1.01)	14.33* *	.000	.089
INGEN. Y TECNO.	2.52 (0.90)	2.93 (0.96)	3.10 (1.05)	6.10**	.003	.040
HAB. SIGLO XXI	3.79 (0.80)	4.05 (0.51)	4.23 (0.60)	8.84**	.000	.057
INT. FUTUROS	2.16 (0.61)	2.17 (0.57)	2.30 (0.65)	1.44 ^{NS}	.239	.010

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Segmentando por cursos (tablas 41, 42 y 43) se observa que la alta relación entre estas expectativas de calificación en matemáticas y la motivación hacia las Matemáticas se mantiene con independencia del curso, si bien es cierto que es algo más intensa entre los alumnos de 3º-4º de ESO. En el resto de las dimensiones sí que se parecían algunos cambios, incluso con pérdida de la significación en algunos de ellos, de modo que estos resultados apuntan a un efecto modulador del curso sobre las relaciones.



Tabla 41: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=204 de 1º y 2º ESO.

Variable	No muy buenas (N=15)	OK / Buenas (N=118)	Muy buenas (N=71)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.43 (0.75)	3.20 (0.69)	4.12 (0.64)	59.57* *	.000	.372
CIENCIA	2.70 (0.60)	3.34 (0.93)	3.48 (0.98)	4.39 *	.014	.042
INGEN. Y TECNO.	3.00 (0.87)	3.48 (0.92)	3.58 (0.91)	2.45 ^{NS}	.089	.024
HAB. SIGLO XXI	3.53 (0.82)	3.92 (0.67)	4.23 (0.57)	9.44**	.000	.086
INT. FUTUROS	2.17 (0.66)	2.40 (0.63)	2.45 (0.65)	1.24 ^{NS}	.291	.012

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 42: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=252 de 3º y 4º ESO.

Variable	No muy buenas (N=75)	OK / Buenas (N=120)	Muy buenas (N=57)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.25 (0.77)	3.21 (0.78)	4.05 (0.73)	91.23* *	.000	.423
CIENCIA	2.77 (0.90)	3.15 (1.04)	3.66 (0.95)	13.22* *	.000	.096
INGEN. Y TECNO.	2.86 (0.95)	3.22 (1.02)	3.38 (1.05)	4.92**	.008	.038
HAB. SIGLO XXI	3.68 (0.75)	3.85 (0.58)	4.00 (0.63)	4.03 *	.019	.031
INT. FUTUROS	2.09 (0.54)	2.21 (0.61)	2.31 (0.63)	2.44 ^{NS}	.089	.019

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 43: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=156 de 1º y 2º BACH.

Variable	No muy buenas (N=36)	OK / Buenas (N=85)	Muy buenas (N=35)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.42 (0.74)	3.22 (0.66)	4.11 (0.79)	50.71* *	.000	.399
CIENCIA	3.30 (1.03)	3.82 (0.86)	4.28 (0.83)	10.53* *	.000	.121
INGEN. Y TECNO.	3.12 (1.04)	3.15 (0.99)	3.37 (1.04)	0.73 ^{NS}	.486	.009
HAB. SIGLO XXI	3.83 (0.64)	4.10 (0.51)	4.36 (0.42)	9.11**	.000	.106
INT. FUTUROS	2.06 (0.58)	2.22 (0.46)	2.38 (0.47)	3.66 *	.028	.046

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)



Asociación con la Expectativa de rendimiento en Ciencias.

En el estudio de la relación de las expectativas de las calificaciones en Ciencias con las dimensiones S-STEM (tabla 44) se observan relaciones altamente significativas ($p < .001$) en todas las dimensiones con la excepción de la motivación hacia la Ingeniería y Tecnología ($p > .05$). Los efectos son moderados con las dimensiones Habilidades del s.XXI (7.2%) y motivación hacia las Matemáticas (10%) y es especialmente elevado, como era de esperar, con la motivación hacia la Ciencia (33.7%). El sentido de la asociaciones observadas mantiene que los valores medios en las dimensiones aumenta a medida que se incrementa en positivo la expectativa de notas en Ciencias.

Tabla 44: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=612

Variable	No muy buenas (N=92)	OK / Buenas (N=302)	Muy buenas (N=218)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECT O: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.68 (0.84)	3.21 (0.88)	3.58 (0.94)	33.95**	.000	.100
CIENCIA	2.31 (0.85)	3.23 (0.86)	4.05 (0.76)	154.50**	.000	.337
INGEN. Y TECNO.	3.16 (0.86)	3.24 (0.99)	3.35 (1.05)	1.43 ^{NS}	.239	.005
HAB. SIGLO XXI	3.71 (0.65)	3.87 (0.65)	4.17 (0.56)	23.58* *	.000	.072
INT. FUTUROS	2.03 (0.63)	2.24 (0.57)	2.40 (0.58)	13.89* *	.000	.044

** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)

Segmentando por sexos se verifica que en esta ocasión la relación con las dimensión de la motivación hacia la Ciencia es similar en los chicos (35.1%) y en las chicas (33.0%). Y donde realmente se aprecia un cambio llamativo es en la dimensión de motivación hacia la Ingeniería y Tecnología, que si en la muestra total no era significativa, algo que se mantiene en las mujeres, en cambio en los hombres aparece como altamente significativa ($p < .001$; efecto moderado-bajo: 3.1%). En el resto no hay grandes diferencias en función del género y se mantienen las mismas significaciones que en la muestra completa.



Tabla 45: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=317 varones

Variable	No muy buenas (N=51)	OK / Buenas (N=164)	Muy buenas (N=102)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.81 (0.85)	3.33 (0.86)	3.81 (0.90)	23.66**	.000	.131
CIENCIA	2.41 (0.89)	3.22 (0.83)	4.12 (0.70)	84.92* *	.000	.351
INGEN. Y TECNO.	3.32 (0.79)	3.59 (0.91)	3.79 (0.82)	5.10**	.007	.031
HAB. SIGLO XXI	3.60 (0.60)	3.81 (0.68)	4.09 (0.57)	11.26* *	.000	.067
INT. FUTUROS	2.08 (0.58)	2.30 (0.57)	2.51 (0.56)	10.20* *	.000	.061

** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 46: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=295 mujeres

Variable	No muy buenas (N=41)	OK / Buenas (N=138)	Muy buenas (N=116)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.51 (0.81)	3.07 (0.88)	3.38 (0.93)	14.58* *	.000	.091
CIENCIA	2.18 (0.79)	3.23 (0.91)	3.99 (0.81)	71.78* *	.000	.330
INGEN. Y TECNO.	2.96 (0.91)	2.82 (0.93)	2.97 (1.09)	0.74 ^{NS}	.480	.005
HAB. SIGLO XXI	3.83 (0.70)	3.95 (0.61)	4.25 (0.54)	11.16* *	.000	.071
INT. FUTUROS	1.97 (0.68)	2.18 (0.57)	2.31 (0.58)	5.35**	.005	.035

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Segmentando por cursos se ha comprobado que los resultados son similares a los obtenidos en la muestra completa con pocas variaciones en función del curso. Aún así, es interesante comentar que la alta relación entre las expectativas de nota en ciencias y la motivación hacia la Ciencia es más intensa en los estudiantes de 1º y 2º bachillerato (44.1%) que en el resto de los cursos. En general, sí que parece que todas las relaciones que aparecen como significativas son más algo más fuertes en este nivel superior de estudios.



Tabla 47: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=204 de 1º y 2º ESO.

Variable	No muy buenas (N=21)	OK / Buenas (N=101)	Muy buenas (N=82)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.92 (0.86)	3.37 (0.77)	3.72 (0.87)	9.17**	.000	.084
CIENCIA	2.44 (0.79)	3.03 (0.79)	3.97 (0.78)	48.08* *	.000	.324
INGEN. Y TECNO.	3.24 (1.05)	3.37 (0.92)	3.66 (0.87)	3.04 ^{NS}	.050	.029
HAB. SIGLO XXI	3.59 (0.67)	3.89 (0.69)	4.23 (0.56)	11.26* *	.000	.101
INT. FUTUROS	2.11 (0.49)	2.33 (0.66)	2.56 (0.62)	5.57**	.004	.053

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 48: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=252 de 3º y 4º ESO.

Variable	No muy buenas (N=50)	OK / Buenas (N=130)	Muy buenas (N=5727)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.59 (0.89)	3.14 (0.98)	3.45 (0.98)	11.90* *	.000	.087
CIENCIA	2.23 (0.86)	3.09 (0.87)	3.91 (0.81)	57.74* *	.000	.317
INGEN. Y TECNO.	3.06 (0.85)	3.22 (1.04)	3.08 (1.11)	0.61 ^{NS}	.543	.005
HAB. SIGLO XXI	3.72 (0.66)	3.78 (0.64)	4.01 (0.63)	3.72**	.026	.029
INT. FUTUROS	2.10 (0.64)	2.20 (0.56)	2.25 (0.63)	1.05**	.352	.008

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Tabla 49: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=156 de 1º y 2º BACH.

Variable	No muy buenas (N=21)	OK / Buenas (N=71)	Muy buenas (N=64)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
MATEMATICAS	2.65 (0.68)	3.12 (0.78)	3.55 (0.99)	9.90**	.000	.115
CIENCIA	2.35 (0.90)	3.76 (0.74)	4.32 (0.61)	60.37* *	.000	.441
INGEN. Y TECNO.	3.31 (0.66)	3.10 (1.00)	3.26 (1.11)	0.57 ^{NS}	.567	.007
HAB. SIGLO XXI	3.79 (0.63)	4.02 (0.57)	4.29 (0.43)	8.64**	.000	.101
INT. FUTUROS	1.79 (0.68)	2.20 (0.44)	2.38 (0.41)	12.46* *	.000	.140

N.S. = NO significativo (p>.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

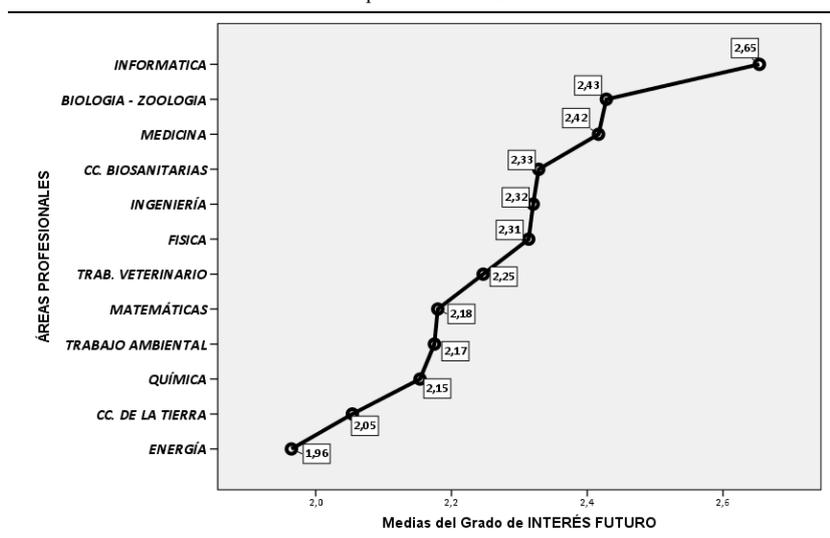


Análisis específico de los Intereses Futuros.

Esta sección que en los apartados anteriores ha sido considerada de modo global, contiene 12 ítems sobre el grado de interés hacia otras tantas áreas profesionales relacionadas con las Ciencias. A continuación, se procede a realizar un estudio estadístico específico sobre ellas.

En primer lugar se ha realizado un análisis intragrupo para determinar si hay algún área profesional hacia el que los participantes en la encuesta manifiesten más interés. Los valores descriptivos de estas variables están resumidos en la tabla 17 anterior y representados en la fig. 29 que sigue y dónde aprecia que el interés por la Informática es bastante superior (2.65 en escala de 4 puntos) al resto, seguida de las áreas de Biología y Zoología (2.43 y 2.42). En el extremo inferior, el menor interés se ha presentado en Ciencias de la Tierra (2.05) y en Energía (1.96). Las diferencias son altamente significativas para $p < .001$ (Anova-MR, valor $F=24.40$; $p=.000$) pero con efecto moderado-bajo (3.8%).

Figura 29: Diagrama de medias. S-STEM – Interés futuro hacia cada área profesional específica. N=612



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22



Tras esto se procede a comparar estos intereses profesionales en función de los distintos factores antes ya empleados en el presente estudio estadístico.

Diferencias entre Grupo Experimental y Grupo Control.

Los resultados que hemos obtenido nos indican que en la gran mayoría de la áreas profesionales no existen diferencias significativas entre GE y GC ($p > .05$). Solamente aparece en dos de ellas, en Ingeniería y en Informática, donde sus valores medios indican un cierto mayor grado de interés en los estudiantes del GE. Sin embargo los tamaño de los efecto son tan bajos ($< 1.5\%$) que no son suficiente evidencia para admitir la existencia real de diferencias entre los grupos.

Tabla 50: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación de los Intereses en AREAS PROFESIONALES, entre Grupo Experimental y Grupo de Control. N=612

Área Profesional	G.E. (N=278)	G.C. (N=334)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
INFORMÁTICA	2.80 (1.12)	2.53 (1.15)	2.88**	.004	0.08	0.45	.013
BIOLOGÍA-ZOOLOGÍA	2.40 (1.13)	2.45 (1.12)	-0.51 _{NS}	.612	---	---	.000
MEDICINA	2.32 (1.06)	2.49 (1.15)	-1.89 _{NS}	.059	---	---	.006
CC. BIOSANITARIAS	2.26 (1.01)	2.39 (1.15)	-1.51 _{NS}	.132	---	---	.004
INGENIERÍA	2.42 (1.11)	2.24 (1.10)	2.06 *	.040	0.01	0.36	.007
FÍSICA	2.33 (1.05)	2.30 (1.10)	0.44 _{NS}	.662	---	---	.000
TRAB. VETERINARIO	2.28 (1.07)	2.22 (1.09)	0.78 _{NS}	.435	---	---	.001
MATEMÁTICAS	2.19 (1.06)	2.17 (1.08)	0.23 _{NS}	.819	---	---	.000
TRAB. AMBIENTAL	2.17 (0.95)	2.18 (0.98)	-0.05 _{NS}	.959	---	---	.000
QUÍMICA	2.12 (0.94)	2.19 (1.05)	-0.87 _{NS}	.385	---	---	.001
CC. DE LA TIERRA	2.12 (0.98)	2.00 (1.02)	1.46 _{NS}	.114	---	---	.003
ENERGÍA	2.05 (1.00)	1.89 (1.00)	1.95 _{NS}	.051	---	---	.006

N.S. = NO significativo ($p > .05$) * = Significativo al 5% ($p < .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)



Diferencias en función del género

En cuanto al contraste de intereses por razón de sexo (tabla 51) se han encontrado diferencias que alcanzan la significación al menos para $p < .05$ en la gran mayoría de ellas. Las únicas donde no hay diferencias entre sexos ($p > .05$) es en Trabajos ambientales y en Química. En el resto sí, y por orden de más a menos importancia cabe destacar:

- En Informática ($p < .001$ y alto efecto: 12.8%) donde el interés es mayor en los hombres (diferencia: 0.82 puntos; IC: 0.65 – 0.99)
- En Ingeniería ($p > .001$ y efecto moderado del 11.5%) siendo de nuevo más elevado el grado de interés en los chicos (diferencia: 0.75; IC: 0.58 – 0.91)
- En Energía ($p < .001$; efecto moderado del 9.9%) que siendo el área que menor interés despierta, presenta aún menos en las mujeres que en los hombres (diferencia 0.63; IC: 0.48 – 0.78)
- En Medicina ($p < .001$ y efecto moderado del 8.5%) donde por el contrario, son las mujeres las que mayor interés han presentado (diferencia 0.65; IC: 0.48 – 0.82)
- Y en las CC. Biosanitarias ($p < .001$ y efecto moderado también, del 7%) en las que de nuevo son las chicas que las más interés han mostrado (diferencia 0.58; IC: 0.41 – 0.74)

En el resto de áreas, las diferencias son menores (en algún caso solo para $p < .05$) y con menos potencia.



Tabla 51: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación de los Intereses en AREAS PROFESIONALES, en función del Sexo. N=612

Área Profesional	HOMBRES (N=317)	MUJERES (N=295)	Test T Student		IC 95% para la Diferencia		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	Lim. Inf.	Lim. Sup.	
INFORMATICA	3.05 (1.02)	2.23 (1.12)	9.45**	.000	0.65	0.99	.128
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.33 (1.11)	2.53 (1.12)	-2.22 *	.027	-0.38	-0.02	.008
MEDICINA	2.10 (1.01)	2.75 (1.12)	7.53**	.000	-0.82	-0.48	.085
CC. BIOSANITARIAS	2.05 (0.96)	2.63 (1.15)	6.75**	.000	-0.74	-0.41	.070
INGENIERÍA	2.68 (1.04)	1.93 (1.04)	8.89**	.000	0.58	0.91	.115
FÍSICA	2.42 (1.07)	2.20 (1.07)	2.54**	.001	0.05	0.39	.010
TRAB. VETERINARIO	2.09 (1.05)	2.42 (1.09)	3.88**	.000	-0.50	-0.17	.024
MATEMÁTICAS	2.40 (1.06)	1.95 (1.04)	5.32**	.000	0.29	0.62	.044
TRAB. AMBIENTAL	2.25 (0.94)	2.09 (0.98)	2.07 ^{NS}	.039	---	---	.007
QUÍMICA	2.16 (0.96)	2.15 (1.04)	0.19 ^{NS}	.852	---	---	.000
CC. DE LA TIERRA	2.15 (1.01)	1.95 (0.98)	2.51 *	.012	0.04	0.36	.010
ENERGÍA	2.27 (1.00)	1.64 (0.89)	8.21**	.000	0.48	0.78	.099

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Diferencias en función del Curso.

Al respecto de las comparaciones del grado de interés en función de los tres niveles que se establecieron con los Cursos (tabla 52) se han encontrado bastantes diferencias que son estadísticamente significativas (al menos para p<.05). Sin embargo, los tamaños de los efectos con los que se corresponden son bastante bajos (<=2.2%) lo que indican que las diferencias son más bien escasas.

Valiéndonos de los valores medios y aún sin perder de vista que las diferencias son pequeñas, podemos citar por ejemplo:

- que la Informática pierde algo de interés en bachillerato,
- que la Biología-Zoología, la Medicina y las CC. Biosanitarias, son menos interesantes para los estudiantes de la zona central de este estudio, es decir los del 3º - 4º de ESO,



- que la Ingeniería, y los trabajos Veterinarios y Ambientales, despiertan más interés en estudiantes de 1º - 2º de ESO.

Tabla 52: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Curso. N=612

Área Profesional	1º - 2º ESO (N=204)	3º - 4º ESO (N=252)	1º - 2º BACH (N=156)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
INFORMATICA	2.73 (1.13)	2.73 (1.13)	2.44 (1.15)	3.61 *	.028	.012
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.61 (1.13)	2.24 (1.06)	2.49 (1.17)	6.76**	.001	.022
MEDICINA	2.53 (1.08)	2.31 (1.06)	2.44 (1.21)	2.17 ^{NS}	.115	.007
CC. BIOSANITARIAS	2.34 (1.06)	2.20 (1.04)	2.52 (1.19)	4.22 *	.015	.014
INGENIERÍA	2.51 (1.12)	2.26 (1.06)	2.17 (1.13)	4.84**	.008	.016
FÍSICA	2.41 (1.08)	2.23 (1.03)	2.32 (1.13)	1.62 ^{NS}	.198	.005
TRAB. VETERINARIO	2.43 (1.13)	2.19 (1.04)	2.10 (1.05)	4.89**	.008	.016
MATEMÁTICAS	2.34 (1.09)	2.13 (1.02)	2.06 (1.11)	3.58 *	.029	.012
TRAB. AMBIENTAL	2.32 (1.03)	2.10 (0.92)	2.11 (0.91)	3.44 *	.033	.011
QUÍMICA	2.20 (1.00)	2.10 (0.99)	2.19 (1.01)	0.64 ^{NS}	.528	.002
CC. DE LA TIERRA	2.24 (1.08)	1.98 (0.96)	1.94 (0.94)	5.16**	.006	.017
ENERGÍA	2.13 (1.03)	1.90 (0.95)	1.85 (1.00)	4.53 *	.011	.015

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Diferencias en función del nivel de estudios de los padres.

Al contrastar el grado de interés por las diferentes áreas profesionales en función del nivel de estudios de las madres (tabla 53) se comprueba que apenas existen diferencias que alcancen la significación estadística (p>.05) y en la única en la que la hay tiene un efecto muy pequeño. Por tanto debemos de admitir que estos intereses son independientes de los estudios de la madre.



Tabla 53: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Nivel de Estudios de la Madre. N=612

<i>Área Profesional</i>	Primaria/Sin (N=37)	Secundaria (N=95)	Bach / FP (N=212)	Universitarias (N=268)	<i>ANOVA I f.e.f.</i>		Tamaño del EFECTO: R²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	<i>Valor</i>	<i>P</i>	
INFORMATICA	2.51 (1.12)	2.39 (1.18)	2.76 (1.12)	2.68 (1.14)	2.60 ^{NS}	.051	.013
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.54 (1.19)	2.40 (1.11)	2.37 (1.14)	2.47 (1.11)	0.47 ^{NS}	.703	.002
MEDICINA	2.41 (1.14)	2.39 (1.10)	2.39 (1.10)	2.45 (1.12)	0.13 ^{NS}	.945	.001
CC. BIOSANITARIAS	2.27 (1.10)	2.26 (1.08)	2.21 (1.09)	2.45 (1.10)	2.09 ^{NS}	.101	.010
INGENIERÍA	2.27 (1.22)	2.13 (1.06)	2.29 (1.05)	2.42 (1.14)	1.75 ^{NS}	.156	.009
FÍSICA	2.14 (1.21)	2.20 (1.01)	2.31 (1.08)	2.38 (1.07)	1.04 ^{NS}	.372	.005
TRAB. VETERINARIO	2.27 (1.07)	2.31 (1.03)	2.24 (1.13)	2.23 (1.07)	0.12 ^{NS}	.946	.001
MATEMÁTICAS	2.27 (1.24)	1.95 (0.96)	2.12 (1.03)	2.29 (1.11)	2.83 [*]	.038	.014
TRAB. AMBIENTAL	2.14 (1.13)	2.14 (0.86)	2.13 (0.97)	2.23 (0.97)	0.48 ^{NS}	.698	.002
QUÍMICA	2.14 (1.21)	2.04 (0.92)	2.07 (0.98)	2.26 (1.00)	2.06 ^{NS}	.104	.010
CC. DE LA TIERRA	2.30 (1.05)	2.08 (1.00)	2.00 (0.95)	2.02 (1.04)	0.93 ^{NS}	.425	.005
ENERGÍA	2.03 (1.12)	1.89 (0.94)	1.94 (0.94)	2.00 (1.05)	0.36 ^{NS}	.781	.002

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05)

En una línea muy semejante al contrastar el nivel de estudio de los padres con los intereses de sus hijos en estas áreas profesionales (tabla 54) no se ha encontrado ninguna diferencia que sea estadísticamente significativa (p>.05) por lo que debemos de concluir que los intereses de los estudiantes no dependen del nivel educativo de sus padres.



Tabla 54: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función del Nivel de Estudios del Padre. N=612

Área Profesional	Primaria/Sin (N=54)	Secundaria (N=121)	Bach / FP (N=218)	Universitarias (N=219)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
INFORMATICA	2.41 (1.16)	2.65 (1.08)	2.69 (1.18)	2.68 (1.14)	0.94 ^{NS}	.421	.005
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.48 (1.08)	2.33 (1.10)	2.47 (1.14)	2.43 (1.13)	0.44 ^{NS}	.728	.002
MEDICINA	2.39 (1.11)	2.35 (1.05)	2.53 (1.10)	2.35 (1.15)	1.24 ^{NS}	.294	.006
CC. BIOSANITARIAS	2.24 (1.08)	2.28 (1.05)	2.37 (1.13)	2.33 (1.09)	0.30 ^{NS}	.822	.002
INGENIERÍA	2.24 (1.15)	2.29 (1.07)	2.30 (1.09)	2.38 (1.14)	0.36 ^{NS}	.783	.002
FÍSICA	2.06 (1.07)	2.26 (1.00)	2.40 (1.09)	2.32 (1.09)	1.64 ^{NS}	.178	.008
TRAB. VETERINARIO	2.30 (1.02)	2.39 (1.08)	2.30 (1.09)	2.11 (1.07)	2.16 ^{NS}	.091	.011
MATEMÁTICAS	2.22 (1.16)	2.12 (0.98)	2.14 (1.07)	2.24 (1.10)	0.51 ^{NS}	.678	.002
TRAB. AMBIENTAL	2.20 (0.98)	2.18 (0.91)	2.18 (0.98)	2.16 (0.97)	0.05 ^{NS}	.983	.000
QUÍMICA	2.11 (1.13)	2.03 (0.92)	2.20 (0.99)	2.19 (1.01)	0.84 ^{NS}	.472	.004
CC. DE LA TIERRA	2.04 (0.99)	2.15 (0.99)	2.01 (0.99)	2.05 (1.02)	0.49 ^{NS}	.690	.002
ENERGÍA	2.09 (1.03)	1.94 (0.93)	1.91 (0.97)	2.00 (1.06)	0.64 ^{NS}	.592	.003

N.S. = NO significativo (p>.05)

Diferencias en función de la expectativa de notas en Lengua/Historia.

Al comparar los intereses de las áreas profesionales en función de las expectativas de rendimiento académico en Lengua/Historia (tabla 55) se han observado algunas diferencias significativas (al menos p<.05): Biología-Zoología, Física, Trabajos Ambientales y Química. Sin embargo, su tamaño del efecto correspondientes son muy bajos (<=1.9%) por lo que no son suficientes evidencias estadísticas para poder admitir que hay alguna relación y por tanto debemos de concluir la independencia entre los intereses por las áreas y esta expectativa.



Tabla 55. Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Lengua/Historia. N=612

Área Profesional	No muy buenas (N=76)	OK / Buenas (N=354)	Muy buenas (N=182)	ANOVA <i>I f.e.f.</i>		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
INFORMÁTICA	2.66 (1.13)	2.71 (1.13)	2.54 (1.17)	1.26 ^{NS}	.286	.004
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.09 (1.13)	2.45 (1.11)	2.52 (1.13)	4.11 *	.017	.013
MEDICINA	2.22 (1.04)	2.44 (1.10)	2.46 (1.15)	1.33 ^{NS}	.266	.004
CC. BIOSANITARIAS	2.07 (0.98)	2.34 (1.07)	2.42 (1.17)	2.90 ^{NS}	.056	.009
INGENIERÍA	2.34 (1.15)	2.33 (1.07)	2.29 (1.17)	0.13 ^{NS}	.880	.000
FÍSICA	2.05 (1.06)	2.27 (1.02)	2.52 (1.15)	5.95**	.003	.019
TRAB. VETERINARIO	2.16 (1.06)	2.31 (1.07)	2.16 (1.11)	1.48 ^{NS}	.230	.005
MATEMÁTICAS	2.13 (1.15)	2.13 (1.03)	2.30 (1.12)	1.69 ^{NS}	.185	.006
TRAB. AMBIENTAL	1.95 (0.86)	2.25 (0.93)	2.13 (1.05)	3.29 *	.038	.011
QUÍMICA	1.99 (0.93)	2.08 (0.95)	2.37 (1.08)	6.35**	.002	.020
CC. DE LA TIERRA	2.07 (0.91)	2.08 (1.00)	2.00 (1.04)	0.38 ^{NS}	.683	.001
ENERGÍA	2.11 (0.96)	1.93 (0.96)	1.97 (1.08)	0.94 ^{NS}	.392	.003

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Diferencias en función de la expectativa de notas en Matemáticas.

Por lo que respecta al contraste con la expectativa de calificaciones en matemáticas (tabla 56) sí que se observan resultados que nos hacen pensar en la existencia de algunas relaciones, puesto que aparecen bastantes significaciones estadísticas. Las tres con mayor intensidad son:

- En Matemáticas precisamente (p<.001 y efecto moderado alto: 12.9%) donde es muy obvio el incremento de interés, cuando aumenta la bondad de la expectativa de las notas en esta materia.
- En Química (p<.001; efecto moderado: 7.4%) siendo la relación la misma que la anterior.
- Y en Física (p<.001; efecto moderado-bajo: 3.2%) con, de nuevo, el mismo sentido en la relación.



El resto de significaciones, se corresponden con efectos menores por lo que no son evidencias demasiado fuertes para sostener la relación entre las áreas y estas expectativas.

Tabla 56: *Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia.* Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Matemáticas. N=612

<i>Área Profesional</i>	No muy buenas (N=126)	OK / Buenas (N=323)	Muy buenas (N=163)	<i>ANOVA 1 f.e.f.</i>		Tamaño del EFECT O: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
INFORMATICA	2.56 (1.14)	2.63 (1.14)	2.78 (1.14)	1.48 ^{NS}	.230	.005
BIOLOGIA- ZOOLOGÍA	2.37 (1.12)	2.55 (1.16)	2.23 (1.02)	4.76**	.009	.015
MEDICINA	2.16 (1.04)	2.42 (1.14)	2.60 (1.09)	5.74**	.003	.018
CC. BIOSANITARIAS	2.06 (1.01)	2.37 (1.10)	2.46 (1.11)	5.40**	.005	.017
INGENIERÍA	2.10 (1.03)	2.30 (1.10)	2.52 (1.15)	5.23**	.006	.017
FÍSICA	2.01 (1.00)	2.30 (1.05)	2.57 (1.11)	10.09* *	.000	.032
TRAB. VETERINARIO	2.30 (1.11)	2.32 (1.09)	2.07 (1.01)	3.08 *	.046	.010
MATEMÁTICAS	1.71 (0.89)	2.06 (0.99)	2.78 (1.09)	45.10* *	.000	.129
TRAB. AMBIENTAL	2.20 (0.92)	2.21 (0.98)	2.08 (0.97)	1.10 ^{NS}	.335	.004
QUÍMICA	1.71 (0.88)	2.15 (0.96)	2.51 (1.04)	24.24* *	.000	.074
CC. DE LA TIERRA	2.06 (0.97)	2.11 (1.04)	1.94 (0.94)	1.45 ^{NS}	.235	.005
ENERGÍA	1.82 (0.92)	1.94 (0.99)	2.12 (1.07)	3.34 *	.036	.011

N.S. = NO significativo (p>.05) * = Significativo al 5% (p<.05) ** = Altamente significativo al 1% (p<.01)

Diferencias en función de la expectativa de notas en Ciencias.

Finalmente, al comparar los intereses en relación a las expectativas de calificaciones en Ciencias (tabla 57) de manera similar a la anterior han aparecido algunas significaciones dignas de mención:

- En Química (p<.001 y efecto moderado del 10.1%) se observa una relación tal que el grado de interés se incrementan a medida que aumentan las expectativas de buen rendimiento académico.



- En Física ($p < .001$ con efecto moderado: 8.8%) siendo la relación del mismo sentido que la anterior.
- En CC. Biosanitarias ($p < .001$ y efecto del 4.9%) una vez más aprecia la misma relación

En el resto de áreas aparecen algunas significaciones pero ya con mucha menor intensidad (efectos por debajo del 3%).

Tabla 57: Análisis inferencial intergrupo: Significación de la diferencia. Comparación en las dimensiones del S-STEM, en función de la Expectativas de notas en Ciencias. N=612

Área Profesional	No muy buenas (N=92)	OK / Buenas (N=302)	Muy buenas (N=218)	ANOVA 1 f.e.f.		Tamaño del EFECTO: R ²
	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Media (D.E.)	Valor	P	
INFORMATICA	2.75 (1.02)	2.69 (1.16)	2.56 (1.17)	1.24 ^{NS}	.291	.004
BIOLOGIA-ZOOLOGÍA	2.09 (1.12)	2.38 (1.10)	2.64 (1.12)	8.52**	.000	.027
MEDICINA	2.07 (1.05)	2.37 (1.07)	2.63 (1.15)	9.05**	.000	.029
CC. BIOSANITARIAS	1.91 (0.92)	2.25 (1.03)	2.61 (1.17)	15.62* *	.000	.049
INGENIERÍA	2.21 (1.03)	2.33 (1.11)	2.36 (1.14)	0.62 ^{NS}	.539	.002
FÍSICA	1.64 (0.87)	2.30 (1.02)	2.62 (1.10)	29.43* *	.000	.088
TRAB. VETERINARIO	2.23 (1.08)	2.27 (1.06)	2.22 (1.11)	0.16 ^{NS}	.854	.001
MATEMÁTICAS	2.01 (1.08)	2.15 (1.01)	2.29 (1.15)	2.51 ^{NS}	.082	.008
TRAB. AMBIENTAL	2.04 (1.00)	2.11 (0.89)	2.32 (1.02)	3.88 *	.021	.013
QUÍMICA	1.54 (0.78)	2.09 (0.92)	2.50 (1.05)	34.26* *	.000	.101
CC. DE LA TIERRA	2.04 (1.02)	2.03 (0.99)	2.10 (1.01)	0.31 ^{NS}	.731	.001
ENERGÍA	1.83 (1.86)	1.97 (0.99)	2.01 (1.07)	1.15 ^{NS}	.317	.004

N.S. = NO significativo ($p > .05$) * = Significativo al 5% ($p < .05$) ** = Altamente significativo al 1% ($p < .01$)



9. Conclusiones

En los próximos años se espera una incremento en la demanda profesional de perfiles científico-tecnológicos por parte de las empresas, y esta tendencia parece que será estable en las próxima décadas. Estos nuevos profesionales formados en competencias STEM suponen para cualquier empresa un incremento en la capacidad de adaptación a nuevos tiempos, en el diseño de ideas innovadores para llegar al público cada vez más exigente, y en descubrir creativas formas de cubrir las demandas del mercado cambiante.

Por lo tanto, los perfiles puramente STEM se convierten en la mejor oportunidad laboral en un mercado como el español o como el europeo.

Sin embargo, y a pesar de estas buenas perspectivas de empleabilidad, en lugar de estar presenciando un aumento del número de vocaciones hacia el mundo de la ciencia y la tecnología, asistimos a una de las mayores crisis de vocaciones en áreas formativas de ciencias, tecnología, ingeniería o matemáticas de los últimos tiempos.

Desde diversas entidades y organismos, conscientes de esta realidad y de la escasez de personal cualificado para cubrir estas nuevas oportunidades laborales, se han diseñado programas para fomentar y popularizar las profesiones STEM por medio de la enseñanza STEM. Así, se han financiado estudios y actividades cuyo fin último es el impulso de nuevas vocaciones científicas entre la población juvenil. Esto brinda nuevas oportunidades de colaboración con las empresas a Comunidades como Castilla y León, donde las posibilidades de empleabilidad en otras áreas más tradicionales es más reducida, y el alto conocimiento del alumnado en materias STEM hace francamente interesante la inversión en educación. Además, la enseñanza frecuentemente de la



Comunidad permite una enseñanza con mayores niveles de individualización y atención con un mayor índice de desarrollo y seguimiento de los alumnos por parte del profesorado, definiendo un contexto, que se antoja casi ideal para el desarrollo de un programa estable de desarrollo de competencias STEM en las etapas primaria y secundaria que garanticen el acercamiento y fomente las vocaciones científicas entre todo el alumnado.

Los resultados de rendimientos académicos en Castilla y León son buenos, por lo que no podemos achacar a un teórico mayor nivel de dificultad de las disciplinas STEM el descenso de alumnado con vocación hacia profesiones STEM. Quizás, el problema venga una falta de conciencia y de visibilidad en nuestra sociedad de la relevancia de estos ámbitos en el desarrollo personal y profesional a nivel individual, pero también social. No se conoce, a nivel general, las previsiones sobre la demanda futura del mercado y, además, en los últimos años, caracterizados por la crisis económica y de concepción sobre el tipo de economía hacia el que debemos ir que hemos sufrido, ha calado en nuestra sociedad la idea de que la formación y la cualificación no garantiza la mejora y el avance social. Los casos de sobrecualificación, de precariedad laboral de profesionales muy bien formados han calado mucho más en la subconsciente de nuestra sociedad, por lo que sólo por medio de un programa estable, con recursos, bien promocionado, con una relevancia y visibilidad social se podrán obtener resultados claros que permitan favorecer el desarrollo de un tejido social y económico en Castilla y León en consonancia con el gran potencial humano del que dispone.

Se hace, por tanto, necesaria la implantación de:



1. Proyectos estructurales y globales, con relevancia académica y estabilidad en el curriculum oficial de las enseñanzas obligatorias de Castilla y León que potencien el ámbito competencial STEM.
2. Propuestas que aborden de manera global la enseñanza STEM, como un cuerpo único de aprendizaje. La parcelarización en asignaturas de la enseñanza STEM ha mostrado peores resultados que las experiencias de abordaje de la temática de manera conjunta.
3. Programas de formación y capacitación docente en el ámbito STEM. Los docentes son un factor clave a la hora de la toma de decisiones de los alumnos en su formación futura e intereses profesionales. Resulta recurrente en el ámbito educativo, pero es fundamental poseer educadores capacitados, con conocimientos y habilidades globales de tipo STEM, que tengan una sólida preparación pedagógica, que permita abordar con garantías de éxito las propuestas metodológicas que han mostrado ser más efectivas en el desarrollo de competencias STEM. En este sentido, los hallazgos científicos señalan que las metodologías activas son las más idóneas para el desarrollo de estas competencias, y dentro de ellas destacan el valor del aprendizaje por proyectos. A este respecto, se recomienda focalizar los esfuerzos formativos del profesorado hacia estas metodologías y concretamente hacia el aprendizaje por proyectos, por haberse demostrado como una estrategia eficaz para el aprendizaje, que correlaciona positivamente con el aumento del interés y las actitudes positivas hacia los campos STEM. Otras opciones metodológicas, menos conocidas pero con



buenos resultados, serían el aprendizaje basado en juegos digitales y las simulaciones.

4. Acompañar el desarrollo de las propuestas curriculares con una oferta de actividades de carácter extracurricular, fuera del horario escolar vinculadas con las competencias STEM. Estas actividades han demostrado tener un efecto positivo en el interés de los estudiantes en el ámbito STEM, que mejoran el rendimiento académico y aumentan la probabilidad de interés profesional de los estudiantes hacia profesional STEM.
5. Promover la colaboración entre centros educativos de educación secundaria con universidades y empresas bajo proyectos STEM. Los halazgos en este campo subrayan que este tipo de relaciones, motiva a los estudiantes hacia el estudio de materias STEM a la par que influye en la toma de decisiones a favor del desarrollo de estudios universitarios en el ámbito STEM ya que los estudiantes tienen una mayor facilidad para hacer una transferencia de los contenidos STEM aprendidos a los ecosistemas laborales del entorno real.
6. Promover y visibilizar el valor de las competencias STEM. Es fundamental que nuestra sociedad perciba la relevancia y posibilidades presentes y futuras que tienen las personas con formación y competencias en el ámbito STEM. Se debe procurar, desde todos los ámbitos, fomentar la visión positiva y la necesidad de profesionales del ámbito STEM. Se ha de procurar el desarrollo de campañas publicitarias y acciones de divulgación que muestren a la sociedad las



opciones que abre la formación en competencias STEM, esteteipo de actuaciones ha mostrado su utilidad en diferentes campos y apenas han tenido profusión en el educativo.

9.1. Limitaciones

Como ya se ha comentado anteriormente la principal limitación que hemos encontrado en el desarrollo de este estudio ha sido la temporal, y esta puede contemplarse desde dos perspectivas:

- a) El proyecto propuesto requería del acceso a centros educativos y la participación de representantes e informantes claves relacionados con el contexto educativo de nuestra Comunidad. No obstante, y a pesar del interés y colaboración plena que hemos encontrado tanto en los centros educativos como en la propia Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León, las tramitaciones burocráticas para la obtención de las autorización y selección de centros para el estudio han minado la posibilidad de llegar a un desarrollo pleno del trabajo. Como ejemplo señalar que el tiempo inicialmente previsto para el desarrollo del trabajo de campo de este proyecto, 5 meses, se tuvo que recortar a 2 debido a la demora en la recepción oficial del permiso para poder trabajar en los centros objeto del estudio. Una demora que ha puesto en riesgo el desarrollo del proyecto, pero que se ha podido solucionar gracias a la dedicación y apoyo recibido por parte de los agentes educativos, estudiantes, familias y el equipo de investigación y colaborador del trabajo.



- b) La falta de desarrollo del programa STEM en nuestro sistema educativo. Hasta ahora no contamos con experiencias sólidas, con continuidad en el ámbito de la formación STEM a nivel educativo que nos permitan disponer de datos para el desarrollo de inferencias y conclusiones de corte longitudinal.

No obstante, a pesar de estas limitaciones consideramos que se debe seguir apostando y visibilizando este tipo de estudios, ya que como se señala es un factor esencial para el desarrollo e implementación de las competencias STEM en nuestros estudiantes, algo que redundará a medio y largo plazo en el desarrollo social y económico de Castilla y León.

9.2. Conclusiones de carácter científico

El desarrollo de competencias e interés hacia los ámbitos STEM suponen una inversión estratégica en el presente inmediato de nuestra Comunidad y contribuirá al mantenimiento y mejora de nuestro nivel de bienestar social.

En el nuevo modelo social y económico las competencias relacionadas con las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (STEM) cobran un papel protagonista, independientemente del sector o la ocupación profesional a desempeñar. En este sentido, y a pesar de que en nuestro país la formación en competencias STEM se trata de un campo en ciernes, nos planteamos el desarrollo de un proyecto inicial que sirviese de punto de partida para, por un lado evaluar las primeras actuaciones iniciadas, y por el otro, dar pautas y orientadores que permitan favorecer las inversiones desarrolladas por la Junta de Castilla y León para favorecer, por medio de



actuaciones educativas, el desarrollo de las vocaciones hacia disciplinas STEM de la población de Castilla y León.

Del análisis del de los resultados presentados anteriormente podemos concluir que existen indicadores que señalan que el alumnado de secundaria participante en el Proyecto Ingenia de la Junta de Castilla y León, tomado como referente de iniciativas educativas para el fomento de las competencias STEM en Castilla y León, presenta unos valores medios en relación a sus actitudes y motivación hacia los campos vinculados con la Matemáticas, la Ingeniería, la Tecnología, así como en lo que hemos determinado como habilidades para el siglo XXI, respecto al alumnado que no participa en el proyecto. Estas diferencias tienen una significatividad estadística mayor en los ámbitos de Ingeniería y Tecnología y principalmente en el alumnado de 3º y 4º de la ESO.

En cuanto la influencia que tiene el contexto familiar en relación con las actitudes y motivación hacia los ámbitos STEM los datos muestran que, aunque hay tendencia a que cuanto mayores son los niveles de estudio de los progenitores, mayores actitudes hacia los ámbitos STEM y que el nivel de estudio de las madres tienen mayor influencia en las actitudes positivas hacia las Matemáticas y Ciencias y el de los padres en Ingeniería y Tecnología, esta relación no es determinante, es decir no constituye un factor decisorio en el desarrollo de estas actitudes. Estos resultados nos permiten seguir confiriendo al sistema educativo un valor de cambio y mejora social.

Durante los primeros años de la etapa de educación secundaria se ha encontrado un aumento en la motivación hacia las Ciencias y en las Habilidades para el siglo XXI. Parece además detectarse que las mujeres son menos positivas en cuanto a sus expectativas de logros académicos, y se decantan por estudios de corte biosanitario y de



la salud, como medicina o biotecnología, mientras que los hombres los hacen hacia estudios de corte más técnico, vinculados con la Tecnología y la Ingeniería como son los de informática e ingenierías.

Estos resultados tienen un carácter inicial, de prospección y deberían ser completados con el desarrollo de trabajos complementarios así como trabajos de índole longitudinal que nos permita observar tendencias y establecer relaciones entre las actuaciones y los resultados. No obstante, nos permiten tener una información de calidad acerca de los primeros resultados y posibles pasos a seguir para el fomento de las competencias y actitudes positivas en los ámbitos STEM.

En este sentido, si complementamos los datos cuantitativos con la información cualitativa que hemos recibido por parte de los profesionales que trabajan en los centros educativos y en las esferas de decisión de la administración educativa avanzan la necesidad de establecer un proyecto formal de integración de las competencias STEM planificado y con carácter extensivo, y no como experiencia piloto, sino como una estrategia que tenga continuidad en el tiempo y cuente con el apoyo y colaboración de todo el tejido social, industrial y educativo de la Comunidad y que venga aparejada recursos económicos para la formación para el profesorado y la dotación recursos de apoyo.

En este sentido, se destaca nuevamente la necesidad de formación y colaboración. Formación para los docentes para la integración de enseñanza STEM en el currículo oficial por medio de metodologías activas de aprendizaje. Estos programas de formación docente generan una influencia tangible en el interés y vocaciones de los jóvenes en relación con las profesiones STEM. Y, por otro lado la colaboración de los centros educativos pre-universitarios con las propias universidades y con el tejido



empresarial e industrial de Castilla y León, aspectos que son subrayados con indicadores de éxito y contribuyen al desarrollo de buenas prácticas educativas en este ámbito.

Por todo lo anterior, consideramos que para que la inversión económica que se ha realizado y la que se hará en el campo de la formación STEM tenga una rentabilidad educativa, social y económica a medio y largo plazo se debe de apostar por reforzar estas actuaciones y tener en cuenta las recomendaciones que se recogen en este estudio.

9.3. Impacto en la sociedad castellano y leonesa del fomento de competencias STEM.

El impacto social podría definirse como el efecto que tendría una actividad en el tejido social y económico de la comunidad y el bienestar de las personas y las familias, por lo que nos serviría para gestionar mejor los recursos que tenemos como sociedad y contribuir a diseñar una mejora social sistemática, para la determinación de los problemas que tiene la sociedad y búsqueda de soluciones.

Esto implica que, al ser un cambio social, las personas deben sentirse parte del cambio, y participar de él de una manera consciente y voluntaria. Por eso el cambio STEM supone un cambio social. Porque el cambio procedimental y metodológico en la formación de los alumnos por parte de los profesores induce a cambios en ellos, pero también en sus familias, que sienten que las ciencias son algo más importante, que ven a sus hijos más motivados. Influye en los trabajos de las personas que rodean a esos alumnos, cuya imagen mental de ellos se va modificando, admirando la alta preparación que tienen las nuevas generaciones, influye por tanto en el respeto que se tiene a la



ciencia y por extensión a los científicos, ingenieros, maestros o médicos, por poner un ejemplo.

El impacto social genera que nuevas acciones de desarrollo de STEM se vean mejor acogidas, y que cambios en las contrataciones de empresas o el consumo social responsable puedan producirse de manera voluntaria.

Por lo tanto, se evidencian en la sociedad la utilidad de las mejoras introducidas por la formación STEM, como la mejor comprensión de las competencias y conceptos científicos, la mejora de los conocimientos matemáticos y por tanto económicos, y de los procedimientos técnicos, cambios todos ellos que producen al fin y al cabo un enorme impacto social.

En Castilla y León podemos encontrar que los maestros y profesores muestran una mayor confianza en sus conocimientos y metodologías, y sienten que están contribuyendo y haciendo una diferencia en el entorno del aula. Se sienten parte de un cambio donde junto con los propios estudiantes pueden modificar hasta cierto punto las actividades y comprender mejor el plan de estudios que ya no es rígido. Los docentes pasan por tanto a ser participantes activos de un aprendizaje bidireccional, donde otros colegas y personal especializado les ayuda a despertar en los alumnos sus ganas de aprender y acompañarles en ello.

Esta visión del STEM, que es compartida a nivel internacional, muestra un cambio social que trasciende a las paredes del centro, intercambiando experiencias con niños de otros países y situaciones. Haciendo uso de la enseñanza en remoto y de los recursos disponibles en abierto, la enseñanza STEM puede por tanto ser un instrumento de inclusión de personas con alguna necesidad especial, puede contribuir a la igualdad de género, puede aumentar la conciencia de los problemas entre los jóvenes, generando



debates y coloquios productivos y respetuosos, puede fomentar el interés por el trabajo y situaciones de otros, y por supuesto mejorar la capacidad y la participación de los ciudadanos en la ciencia, la tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

Este cambio de paradigma puede además hacer a las empresas locales, nacionales y regionales co-participes de la educación, y corresponsables de la formación de los jóvenes, para que puedan sugerir formación en aquellas competencias que les sean más interesantes y necesarias. Esto producirá mejores profesionales, y por tanto mayor generación de riqueza y reparto más justo de la riqueza producida, en justo pago a aquellos estudiantes que han demostrado un mayor esfuerzo y aquellos docentes que han conseguido un mejor desempeño de sus estudiantes. Y como fin último, una mayor conciencia del proceso desde todos los puntos de vista implicados en la sociedad.

9.4. Aportaciones concretas y recomendaciones

Recomendaciones a la Administración Educativa

- Habilitar un grupo de trabajo permanente que analice y emita recomendaciones de forma continua a todos los agentes implicados en la educación y empleo de los egresados.
- Habilitar un teléfono de dudas y consultas con experto en STEM.
- Aumentar la coordinación entre Centros Educativos, universidades empresas y servicios públicos de empleo.
- Fomentar el ingreso en la carrera docente de aquellos estudiantes que más destaquen en sus respectivas carreras STEM, para que sean profesionales motivados, y exitosos, y consigan motivar a los estudiantes con su ejemplo.



- Que desarrollen en mayor medida en el currículum la formación en carreras científicas, si puede ser destacando de alguna manera las mujeres exitosas en ciencias, tecnología, matemáticas o ingeniería, para fomentar que los estudiantes sepan que el éxito profesional no está ligado al sexo.

Recomendaciones para el sistema universitario de Castilla y León

- Actualizar las propuestas y contenidos de los planes de estudio de las titulaciones ofertadas basándose en las necesidades del mercado y empleabilidad. Plantear los títulos desde el foco de la posible salida profesional.
- Perseguir una enseñanza basada en competencias, y hacer partícipe al estudiante de forma clara y concisa las competencias que adquiere y su nivel de consecución. Diseñar evaluaciones que persigan determinar dicho nivel de consecución.
- Potenciar actividades de emprendimiento en todas las áreas STEM, vinculando esta formación con salidas laborales muy diversas, para hacer consciente al estudiante de las posibilidades que tienen.
- Potenciar las competencias clave y/o transversales como son las digitales, deductivas, comunicativas orales y escritas o idiomas.
- Apoyar y desarrollar iniciativas de volcar en la sociedad los logros y avances conseguidos desde la Universidad en los campos STEM, para que sirva de motivación para las generaciones futuras y familias.
- Desarrollar el asociacionismo entre los estudiantes en campos concretos STEM, ya que de las asociaciones de estudiantes jóvenes se consiguen muchos proyectos innovadores e ilusionantes, y se puede después hacer exposiciones,



concursos y presentaciones de dichos proyectos en aulas dentro y fuera de las Universidades.

- Establecer un vínculo de comunicación fluida con la Consejería de Educación y Centros Educativos más cercanos para hacerse mutuamente partícipes de los avances e iniciativas llevadas a cabo.
- Organizar al menos una vez al año reuniones entre las empresas locales y las facultades y escuelas que decidir la impartición de cursos formativos en un ámbito concreto.
- Se deben facilitar el desarrollo de incubadoras de empresas y de talento en las universidades, adaptando los modelos que ya existen en otras universidades del mundo, para fomentar las star-up que nazcan de la iniciativa de los estudiantes egresados de la universidad.

Recomendaciones para los docentes

- Introducir en sus clases preguntas motivadoras de ciencias de forma consciente. Siempre que estén diseñando una clase, o impartiendo clase, o elaborando material para la siguiente, o buscando nuevos juegos o actividades para hacer con los alumnos, o hablando con las familias, deben hacer un esfuerzo consciente por hacer preguntas motivadoras de búsqueda de respuestas en las ciencias, tecnología, ingeniería y matemática, y utilizar siempre la terminología del método científico (observar, examinar, investigar, averiguar, imaginar, preguntarse, describir, identificar, comparar, contar, extender, hacer preguntas, plantear una hipótesis, experimentar, especular, predecir, hacer deducciones y hacer inferencias).



- Que se fueren a salir de su círculo de confort y que traten de aplicar aquellas innovaciones educativas que consideren pueden funcionar, ya que su instinto docente es el mejor guía para conseguir la motivación del alumnado.
- El entorno debe diseñarse cuidadosamente a fin de que sirva como inspiración, con materiales y recursos que los alumnos puedan usar en sus exploraciones, y hacer un esfuerzo consciente por incorporar materiales naturales y usar materiales encontrados al aire libre. Se recomienda el uso de decorados reales en lugar de réplicas de juguete. El entorno se organiza en puestos de investigación para fomentar diferentes tipos de exploraciones en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática.
- Fomentar el uso de metodologías activas y globales como la Fredericks & Kravette (2014) con preguntas:
 - o De Observación: “Haz visto . . .”, “Notaste . . .”.
 - o De medición y cálculo: “¿Cuántos/as?” “¿Cuánto tiempo?” y “¿Con qué frecuencia?”
 - o De comparación: “¿Es más largo, más fuerte, más pesado, más...?”
 - o Preguntas de acción: “¿qué pasa si”,
 - o Preguntas de resolución de problemas: “¿puedes encontrar una manera de”.
- Desarrollo de propuestas educativas con un esquema básico que recoja electos predictores de éxito. En este sentido recomendamos que las programaciones de actividades para el fomento de las competencias STEM recojan:
 - o Preguntas planteadas o hipótesis de partida
 - o Propósito de la experiencia (principales ideas y competencias desarrolladas)



- Objetivos a lograr –en la planificación anual se deben cubrir cada uno de los objetivos varias veces al año, para garantizar el desarrollo de habilidades en todas las áreas. Se debe tener muy en cuenta la secuencia lógica de desarrollo de un niño, para aquellas habilidades que lo requieran, e individualizar la enseñanza para cada estudiante. Las habilidades se enseñarán dentro de un contexto, en orden secuencial y con evaluaciones que determinen el éxito de la actividad, y complementándolo siempre con enseñanza tradicional.
- Preguntas reflexivas para que el docente sea consciente y comprenda qué están aprendiendo sus alumnos, y sugerencias de actividades que estimulen la curiosidad de los niños.
- Adaptaciones del aula y registrar qué dió buen resultado y nuevas ideas, además de alguna salida al aire libre y destacar aquellas palabras y conceptos aprendidos más interesantes.
- Preguntas clave usadas para motivar el interés, y compartirlas con las familias. Así mismo debe tener un espacio de notas del maestro e incitaciones para explorar en el futuro.
- Sugerencias de materiales, actividades e información clave para la planificación de clases o para motivar su propio aprendizaje y el de los alumnos. Siempre se agregará nueva información encontrada. Así mismo, se deben apuntar las estrategias y herramientas del profesor utilizadas.
- Un espacio para aprender acerca de la diversidad de las personas, la cultura, los idiomas y las capacidades, ayudando a los alumnos a



desarrollar su autoconsciencia, seguridad, empatía e identidades sociales positivas.

- Procesos y sistemas que favorezcan la individualización del aprendizaje, las evaluaciones, contactos con las familias, observaciones y los niveles de habilidad, puntos fuertes y umbrales de desarrollo de los niños, para poder elegir actividades específicas a sus planes de clase y así satisfacer las necesidades individuales de cada niño.
- Posibilidad de coordinar los aprendizajes de aula con actividades complementarias a desarrollar fuera del horario escolar.
- Disponer de un espacio para exponer los resultados de los trabajos realizados en museos, exposiciones...
- Disponer de un espacio de reflexión y recoger próximos pasos repasando los puntos fuertes y las dificultades que tuvieron durante las clases individuales, la incorporación de objetivos y la evaluación de los alumnos, y reflexionar sobre la capacidad de los profesores y los estudiantes.
- Hacer partícipes a las familias de los estudiantes de la nueva metodología seguida y de los pasos que se están llevando a cabo, para que ellos desde casa puedan apoyar dicha formación y dar soporte al maestro/ profesor.

Recomendaciones al tejido empresarial de Castilla y León

- Nombrar a un interlocutor que transmita a las universidades y centros educativos las carencias encontradas en su personas y las tendencias y necesidades futuras de formación que necesitaría cubrir.



- Las empresas deberían tener un sistema de información actualizada para proponer e opinar y decidir sobre las competencias de los universitarios.
- Aproximar la empresa a institutos y universidad a través de los servicios de orientación, proyectos comunes, y desarrollo de prácticas.
- Proyectos conjuntos de retos planteados por empresas a Centros Educativos o Universidades. Se pueden generar tribunales mixtos formados por profesores y miembros de la empresa que puedan seleccionar las ideas mejores y dar premios relacionados con mejorar la empleabilidad del alumnado participante: una experiencia en la empresa, una formación específica, el pago de una determinada licencia...

Recomendaciones para la toma de decisiones en los centros educativos

- Que se modifique el estereotipo de que STEM son carreras de hombres y que el éxito empresarial, industrial o científico en dichas carreras también está vinculado al sexo masculino.
- Que se planteen formación STEM en combinación con etwinning e intercambios internacionales. Que se trate de incorporar la internacionalización de la enseñanza mediante las posibilidades de colaboración en robótica y programación.
- Que los programas STEM se desarrollen teniendo en cuenta una formación inclusiva, con especial cuidado en el desarrollo del ámbito para personas con discapacidades
- Que se desarrolle desde el principio un mayor empoderamiento de los alumnos en su aprendizaje. Y de sus familias.



- Utilización de los programas de colaboración STEM como establecimiento vínculos afectivos entre poblaciones de distintas regiones, culturas o estatus sociales.
- Deben hacerse cursos de formación al profesorado de metodologías innovadoras pero sólo de aquellas que realmente estén contrastadas ampliamente, con un desarrollo y éxito bien documentado.
- Es necesario hacer formación inicial pero a la tener mecanismos para poder continuar su aplicación y funcionamiento en el tiempo, para poder ayudar al profesorado implicado. Esta formación debería contemplar no sólo formación teórica, sino además sobre cómo programar las asignaturas, sobre qué metodología emplear para fomentar el trabajo de los estudiantes (aprendizaje basado en proyectos, mentoring, trabajos en grupo, trabajos online) y criterios de evaluación actualizados para esta nueva metodología.
- La formación diseñada en las aulas debe suponer una implementación significativa, es decir, que supere lo meramente educativo siendo capaz de preparar competencialmente al alumno en otros aspectos, que permitan aumentar su empleabilidad.
- Que permita su escalabilidad, es decir, una metodología que pueda ser replicable en distintos ámbitos y escalas (tal vez también geográficas).
- Que las actividades se planteen de forma coordinada entre diferentes profesores del centro, asumiendo estos programas educativos como proyecto de centro
- evitando así el aislamiento y fomentando las mejoras y adaptaciones entre todos.



- Que sean sostenibles económicamente sin necesidad de un soporte económico público constante (subvención), que aproveche los recursos disponibles tanto en material como en personal del centro.
- Siempre tendrán más éxito aquellas actividades que puedan vincularse de alguna manera a la idiosincracia del Centro y de la región donde se van a aplicar. Ejemplos, unidades y casos asumibles en la realidad del Centro educativo. Siempre será más probable la estabilización de la innovación docente cuando tanto los estudiantes como los profesores se sientan personalmente implicados, o encuentren una vinculación afectiva entre los proyectos y ellos mismos.
- Todas las innovaciones educativas tienen más éxito cuando el profesorado las asume como propias. Es necesario que haya espacio en dichas iniciativas para la creatividad y saber hacer del docente.

Recomendaciones para los estudiantes

- Los estudiantes de secundaria y de primaria deben implicarse en la elección de su desarrollo académico, que deben basar principalmente en sus intereses potenciales y en sus capacidades y entorno.
- Deben de hacer un examen crítico de sus actos y ser conscientes de las carencias para poder suplirlas y fortalecerlas.
- Deben utilizar los servicios de orientación que se les brinda para seleccionar la carrera en la universidad que mejore su empleabilidad o prepararse para la autogeneración de empleo.



- Se recomienda al estudiante que durante su periodo universitario complemente su formación propia del grado con competencias transversales como: digitales, comunicación, idiomas, trabajo en equipo, emprender...

Síntesis de recomendaciones enfocadas al ámbito educativo

- Abordar la enseñanza STEM de una manera integral, es decir, se realice a partir de un compromiso formal por parte de todos los entes implicados. Las acciones aisladas que se llevan a cabo como determinados programas de formación para profesorado, o determinadas subvenciones para compra de tecnología tienen una utilidad limitada, mientras que un plan diseñado a todos los niveles y en conjunto facilitaría la obtención de resultados tangibles en un breve plazo de tiempo.
- Que los acuerdos sean tomados en una mesa de trabajo donde todos los niveles estén representados (gestores de educación, profesorado, alumnado, padres de familia y universidad) y los acuerdos se implementen en la planificación llevada a cabo por los organismos responsables, en los planes de Estudios, y por supuesto en las Programaciones docentes del profesorado.
- Organizar un banco colaborativo de prácticas STEM por parte del profesorado, y que este banco se implemente en las aulas. Los profesores y maestros lo utilizarían y lo ampliarían, modificándolo y adaptándolo a su medio y localidad, y plantearían mejoras y nuevas ideas. Estas experiencias podrán por tanto ser repetidas en años posteriores.
- Las mejoras y propuestas de estas experiencias han de ser valoradas por la Consejería en forma de méritos docentes.



- Las experiencias deberán ser compartidas con otras aulas y maestros, para que los profesores participen en la planificación conjunta y puedan alternar actividades y ofrecer oportunidades para compartir materiales, ideas y preguntas de los niños. Algunas actividades podrían incluso combinarse, o dar lugar a colaboraciones.

Síntesis de recomendaciones enfocadas al ámbito social

- Que se realicen campañas de puesta en valor de los/las científicos, y de las soluciones que están aportando a la sociedad.
- Que se fomente el trabajo y el conocimiento como la mejor arma para conseguir un puesto laboral no solo bien remunerado sino también para lograr otros tipos de fines más vocacionales y enriquecedores, como la mejorar el espacio donde se vive.
- Que se eliminen las paredes de la escuela en la Educación y tanto las familias como los vecinos se preocupen de la formación de nuestros jóvenes, como compromiso y apuesta por un futuro mejor como sociedad.
- Que se valore y respete la labor del docente, como garante del futuro que nos aguarda a todos, sentando las bases de la ciudadanía del futuro.
- Que las televisiones y radio sirvan de altavoz y transmisión de nuevas actividades y noticias positivas relacionadas con los ámbitos STEM: ciencias, tecnología, matemáticas e ingeniería, de una forma divertida que consiga enganchar nuevas vocaciones.



Síntesis de recomendación enfocadas al ámbito económico

- Que se estimule tanto a nivel económico como con reconocimiento dentro de la empresa a las personas que siguen su formación, y se invierta más dinero en reclutar al personal más preparado, como garantía de que estará a la altura de las exigencias crecientes que se demandan en el mercado actual.
- Nombrar a un interlocutor que transmita a las universidades y centros educativos las carencias encontradas en su personas y las tendencias y necesidades futuras de formación que necesitaría cubrir. Este interlocutor puede comunicarse a través de Fundaciones de Empresarios, Cámaras de comercio u otros cuerpos.
- Las empresas deberían tener un sistema de información actualizada para proponer e opinar y decidir sobre las competencias de los universitarios.
- Aproximar la empresa a institutos y universidad a través de los servicios de orientación, proyectos comunes, y desarrollo de prácticas.
- Proyectos conjuntos de retos plateados por empresas a Centros Educativos o Universidades. Se pueden generar tribunales mixtos formados por profesores y miembros de la empresa que puedan seleccionar las ideas mejores y dar premios relacionados con mejorar la empleabilidad del alumnado participante: una experiencia en la empresa, una formación específica, el pago de una determinada licencia...
- Se debe fomentar el desarrollo de pymes y autónomos entre aquellos profesionales del STEM, en sectores que tradicionalmente han sido menos emprendedores porque han estado más vinculados al trabajo para un tercero, tratando de desarrollar en ellos una formación sólida en iniciativa emprendedora que les permita afrontar el riesgo a desarrollar una empresa exitosa en su campo.



10. Líneas futuras de investigación

El reto que se nos presenta ahora es ambicioso. Es necesario diseñar un seguimiento pormenorizado y continuado en el tiempo del progreso que tienen estas formaciones STEM, tras los programas de fomento de las mismas llevados a cabo por la administración. Además, resulta imprescindible recoger información sobre la evolución poblacional y de las empresas, analizar su contenido y las tendencias de los mercados y ser capaces luego de hacer una previsión de las necesidades que se prevén en el futuro. Así se podría ajustar la oferta a la demanda del país y de la región. Este análisis tendría una doble utilidad, ya que serviría para redoblar esfuerzos en la formación de nuestros alumnos en aquellas competencias más útiles para el desempeño de sus funciones, y a evitaría derrochar recursos en estudiantes que posteriormente no pueda desarrollarse en la carrera elegida. La frustración que han experimentado los jóvenes de las generaciones de los nacidos en los 80 y 90 debe evitarse a toda costa en el futuro, ya que genera en la sociedad una desmotivación que fomenta el abandono de áreas que son muy necesitadas.

Se debe hacer un gran esfuerzo por diseñar un modelo educativo adaptativo, no fijo. Donde las competencias y contenidos puedan adaptarse de la manera más efectiva posible, teniendo en cuenta que muchos conocimientos pueden ser adquiridos de manera más autónoma si se establecen las bases para ello. Por ello es necesario ajustar los modelos de formación del profesorado, haciéndolos más dinámicos y prácticos.

Se necesitan crear nuevos puentes y sinergias entre empresarios, autónomos y sistemas educativos, más fuertes y productivos, con nuevas figuras que agilicen esta



información para que pueda ser implementada en la educación primaria, secundaria y Universitaria.

Por último, es necesario cambiar la sociedad haciendo un esfuerzo conjunto donde las programaciones en las televisiones se impartan con contenidos lúdicos y de ciencias, se reciban estímulos continuados por parte de espectáculos u otras dinámicas como exposiciones abiertas de ciencias, y se destaque la figura de las/los científicos por encima de otros personajes como deportistas o famosos que desincentivan el esfuerzo y no deberían servir del modelo que queremos como sociedad.



11. Referencias Bibliográficas

- Aeschlimann, B., Herzog, W., & Makarova, E. (2016). How to foster students' motivation in mathematics and science classes and promote students' STEM career choice. A study in Swiss high schools. *International Journal of Educational Research*, 79, 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2016.06.004>
- Annetta, L. A. (2008). Video games in education: Why they should be used and how they are being used. *Theory into Practice*, 47(3), 229–239. <https://doi.org/10.1080/00405840802153940>
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121–144. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Baran, M., & Maskan, A. (2010). The effect of project-based learning on pre-service physics teachers' electrostatic achievements. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(December 2010), 243–257.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443. <https://doi.org/10.2307/2937943>
- BBVA Research. (2012). *La rentabilidad privada y fiscal de la educación en España* (Análisis económico) (p. 8). Madrid: BBVA. Recuperado a partir de https://www.bbva.com/KETD/fbin/mult/120912_Observatorio_Economico_Espana-Rentabilidad_educacion_tcm346-357176.pdf
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students'



- learning : A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23–38. <https://doi.org/10.1037/a0019454>
- Bell, R. L., & Trundle, K. C. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 1086–1109. <https://doi.org/10.1002/tea>
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Benacka, J. (2016). Numerical modelling with spreadsheets as a means to promote STEM to high school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(4), 947–964. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1236a>
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2), 143-173. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(94\)90047-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(94)90047-7)
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (2005). Human Capital and Technology Diffusion. En P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth* (Vol. 1, pp. 935-966). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01013-0](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01013-0)
- Bennett, J., Lubben, F., & Hampden-Thompson, G. (2013). Schools That Make a Difference to Post-Compulsory Uptake of Physical Science Subjects: Some comparative case studies in England. *International Journal of Science Education*, 35(4), 663–689. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.641131>
- Berk, L. J., Muret-Wagstaff, S. L., Goyal, R., Joyal, J. A., Gordon, J. A., Faux, R., & Oriol, N. E. (2014). Inspiring careers in STEM and healthcare fields through *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM* 224



- medical simulation embedded in high school science education. *AJP: Advances in Physiology Education*, 38(3), 210–215.
<https://doi.org/10.1152/advan.00143.2013>
- Berlin, D. F., & Lee, H. (2005). Integrating Science and Mathematics Education: Historical Analysis. *School Science and Mathematics*, 105(January), 15–24.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2005.tb18032.x>
- Berry, R. Q., Bol, L., & McKinney, S. E. (2009). Addressing the principles for school mathematics: A case study of elementary teachers pedagogy and practices in an urban high-poverty school. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(1), 1-22. ISSN: 1306-3030
- Blázquez, C. , Álvarez, P., Bronfman, N. y Espinosa J F. (2009). Factores que influyen la motivación de escolares por las áreas tecnológicas e ingeniería. *Calidad en la Educación*, 31, 46-64.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people’s achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>
- Bøe, M. V. (2012). Science choices in Norwegian upper secondary school: What matters? *Science Education*, 96(1), 1–20. <https://doi.org/10.1002/sce.20461>
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: Young people’s achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72.
<https://doi.org/10.1080/03057267.2011.549621>



- Boedeker, P., Nite, S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2015). Women in STEM: The impact of STEM PBL implementation on performance, attrition, and course choice of women. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2015*. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344178>
- Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., & Moller, S. (2018). Boosting the numbers of STEM majors? The role of high schools with a STEM program. *Science Education, 102*(1), 85–107. <https://doi.org/10.1002/sce.21318>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3–11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Bryan, R. R., Glynn, S. M., & Kittleson, J. M. (2011). Motivation, achievement, and advanced placement intent of high school students learning science. *Science Education, 95*(6), 1049–1065. <https://doi.org/10.1002/sce.20462>
- Caglar, F., Shekhar, S., Gokhale, A., Basu, S., Rafi, T., Kinnebrew, J., & Biswas, G. (2015). Cloud-hosted simulation-as-a-service for high school STEM education. *Simulation Modelling Practice and Theory, 58*, 255–273. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2015.06.006>
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2008). Attitudes towards science of intellectually gifted and mainstream upper primary students in Singapore. *Journal of Research in Science Teaching, 45*(8), 940–954. <https://doi.org/10.1002/tea.20250>
- Carneiro, P., Heckman, J. J., & Vytlacil, E. J. (2011). Estimating Marginal Returns to Education. *American Economic Review, 101*(6), 2754-2781. <https://doi.org/10.1257/aer.101.6.2754>



- Caselli, F. (2005). Accounting for Cross-Country Income Differences. En P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of Economic Growth* (1.^a ed., Vol. 1, Part A, pp. 679-741). San Diego: Elsevier. Recuperado a partir de <http://www.nber.org/papers/w10828>
- Ceci, S. J., Williams, W. M., & Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218–261.
- Cedefop. (2010). *Skills supply and demand in Europe: medium-term forecast up to 2020*. Luxembourg: Off. for Official Publ. of the Europ. Communities.
- Cerinsek, G., Hribar, T., Glodez, N., & Dolinsek, S. (2013). Which are my Future Career Priorities and What Influenced my Choice of Studying Science, Technology, Engineering or Mathematics? Some Insights on Educational Choice-Case of Slovenia. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2999–3025. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.681813>
- Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M., & Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366–390. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1143137>
- Consejo Económico y Social de Castilla y León. (2017). *Análisis dinámico del tejido empresarial de Castilla y León* (p. 319). Valladolid: Consejo Económico y Social de Castilla y León. Recuperado a partir de <http://www.cescyl.es/es/publicaciones/informes-iniciativa-propia/analisis-dinamico-tejido-empresarial-castilla-leon>



Consejo Económico y Social. (2015). *Competencias profesionales y empleabilidad* (Colección informes No. 03/2015) (p. 234). Madrid: Consejo Económico y Social. Recuperado a partir de <http://www.ces.es/documents/10180/2471861/Inf0315.pdf>

Cook, N. D., & Weaver, G. C. (2015). Teachers' implementation of project-based learning: Lessons from the research goes to school program. *Electronic Journal of Science Education*, 19(6), 1–45.

Costa, V., Sousa, A., Cunha, T., & Morais, C. (2015). Robotics: a Teaching Tool for Stem Education in High School. In *Conference: EDULEARN15 - 7th International Conference on Education and New Learning Technologies*. Barcelona.

Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). Out-of-School Time Science Activities and Their Association with Career Interest in STEM. *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 2(1), 63–79. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.629455>

de Chambeau, A. L., & Ramlo, S. E. (2017). STEM High School Teachers' Views of Implementing PBL: An Investigation Using Anecdote Circles. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1566>

de la Fuente, Á. (2004). *La rentabilidad privada y social de la educación: un panorama y resultados para la UE*. (Fundación Caixa Galicia & Centro de Investigación Económica y Financiera, Eds.). Santiago de Compostela: Centro de Investigación Económica y Financiera.



de la Fuente, Á., & Jimeno, J. F. (2011). La rentabilidad privada y fiscal de la educación en España y sus regiones. Recuperado a partir de <https://digital.csic.es/handle/10261/113511>

Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2016). 2020 Vision: Envisioning a new generation of STEM learning research. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9713-5>

Domínguez, C., & Jaime, A. (2010). Database design learning: A project-based approach organized through a course management system. *Computers and Education*, 55(3), 1312–1320. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.06.001>

Eccles, J. S., & Barber, B. L. (1999). Student Council, Volunteering, Basketball, or Marching Band. *Journal of Adolescent Research*, 14(1), 10–43. <https://doi.org/10.1177/0743558499141003>

Edmunds, J., Arshavsky, N., Glennie, E., Charles, K., & Rice, O. (2017). The Relationship Between Project-Based Learning and Rigor in STEM-Focused High Schools. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1), 1–6. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1618>

Eisenhart, M., Weis, L., Allen, C. D., Cipollone, K., Stich, A., & Dominguez, R. (2015). High school opportunities for STEM: Comparing inclusive STEM-focused and comprehensive high schools in two US cities. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(6), 763–789. <https://doi.org/10.1002/tea.21213>

Elster, D. (2014). First- Year Students ' Priorities and Choices in STEM Studies – IRIS Findings from Germany and Austria. *Science Education International*, 25(1), 52–59.



- English, M. C., & Kitsantas, A. (2013). Supporting Student Self-Regulated Learning in Problem- and Project-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 7(2), 128–150. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7771/1541-5015.1339>
- Ertmer, P. A., Schlosser, S., Clase, K., Ertmer, P. A., & Schlosser, S. (2014). The Grand Challenge: Helping Teachers Learn / Teach Cutting-Edge Science via a PBL Approach. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 8(1), 5–20.
- Everaert, P., Opdecam, E., & Maussen, S. (2017). The relationship between motivation, learning approaches, academic performance and time spent. *Accounting Education*, 26(1), 78–107. <https://doi.org/10.1080/09639284.2016.1274911>
- Fantz, T. D., De Miranda, M. A., & Siller, T. J. (2011). Knowing what engineering and technology teachers need to know: An analysis of pre-service teachers engineering design problems. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(3), 307–320. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9121-9>
- Fredericks, B. & Kravette, J. (2014). *STEM Family Activities Workbook*, (p. 15-16). Boston Children's Museum, 2014. Recuperado a partir de www.bostonchildrensmuseum.org/sites/default/files/pdfs/rttt/stem/english/STEM.Teaching.Kit.for.Web.pdf
- Friedman, T. L. (2018, mayo 29). Mercado laboral del futuro: gracias por llegar tarde. *EL PAÍS RETINA*. Recuperado a partir de https://retina.elpais.com/retina/2017/11/30/tendencias/1512041161_783871.html
- Frome, P. M., Alfeld, C. J., Eccles, J. S., & Barber, B. L. (2006). Why don't they want a male-dominated job? An investigation of young women who changed their
- Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*



occupational aspirations. *Educational Research and Evaluation*, 12(4), 359–372.

<https://doi.org/10.1080/13803610600765786>

Gámez, E. y Marrero, H. (2003). Metas y motivos de elección de la carrera universitaria: un estudio comparativo entre Psicología, derecho y biología. *Anales de Psicología*, 19 (1), 121-131.

Garner, R. (2014). STEM subjects are dull and boring for teenagers, but they are vital for the economy. *Independent*. Retrieved from <https://www.independent.co.uk/student/news/stem-subjects-are-dull-and-boring-for-teenagers-but-they-are-vital-for-the-economy-9324372.html>

Gee, J. P. (2004). Learning by design: Games as learning machines. *Digital Education Review*, 8(8), 15–23.

Githua, B. N. & Mwangi, J. G. (2003) Students' mathematics self-concept and motivation to learn mathematics: relationship and gender differences among Kenya's secondary-school students in Nairobi and Rift Valley provinces. *International Journal of Educational Development*, 23, 487-499.

González Afonso, M.C., Álvarez, P.R., Cabrera, L. y Bethencourt, J.T. (2007). El abandono de los estudios universitarios: factores determinantes y medidas preventivas. *Revista Española de Pedagogía*, 236, 49-70.

González Cabanach, R., Valle, A., Rodríguez, S., García, M. y Mendiri, P. (2007). Programa de intervención para mejorar la gestión de recursos motivacionales en estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 237, 237-256.

González, M. Á. (2016). Uso de smartphones en experimentos de Física en el laboratorio y fuera de él. In *V Congreso de Docentes de Ciencias*. Madrid.



Granchelli, D. R., & Agbasi-Porter, C. (2015). Lincoln Laboratory ' s Experiential STEM Programs for High School Students. In *Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2015 IEEE*. Princeton, NJ, USA.
<https://doi.org/10.1109/ISECon.2015.7119925>

Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an Instrument to Assess Attitudes Toward Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271–279.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12077>

Hall, A. (2014). A Study of Student Engagement in Project-Based Learning Across Multiple Approaches to STEM Education Programs, 116(6), 310–358.
<https://doi.org/10.1111/ssm.12182>

Hamilton, K., & Liu, G. (2014). Human capital, tangible wealth, and the intangible capital residual. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(1), 70-91.
<https://doi.org/10.1093/oxrep/gru007>

Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2015). In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 63–76.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1306a>

Hanushek, E. A., & Woessmann, L. (2007). *The Role of Education Quality for Economic Growth* (SSRN Scholarly Paper No. ID 960379). Rochester, NY: Social Science Research Network. Recuperado a partir de <https://papers.ssrn.com/abstract=960379>

Hayden, K., Youwen Ouyang, Scinski, L., Olszewski, B., & Bielefeldt, T. (2011). Increasing Student Interest and Attitudes in STEM: Professional Development

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM 232



and Activities to Engage and Inspire Learners. *Contemporary Issues in Technology and Science Teacher Education*, 11(1), 47–69.

Heckman, J. J. (2006). Lessons from the Technology of Skill Formation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1038(1), 179-200.
<https://doi.org/10.1196/annals.1315.026>

Heckman, J. J. (2010, septiembre 2). Entrevista con el Profesor James Heckman, destacado erudito, ganador del Premio Nobel. Recuperado a partir de http://www.unesco.org/new/es/testing/africa-relaunch/resources/africa-department/news/interview_with_professor_james_heckman_noted_scholar_and_no/

Heckman, J. J. (2011a). El poder de los primeros años: políticas para fomentar el desarrollo humano. *Infancias Imágenes*, 10(01), 97-109.

Heckman, J. J. (2011b). The Economics of Inequality: The Value of Early Childhood Education. *American Educator*, 35(1), 31.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychocology Review*, 16(3), 235–267.
<https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>

Hoffmann, L. (2002). Promoting girls' interest and achievement in physics classes for beginners. *Learning and Instruction*, 12(4), 447–465.
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00010-X](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00010-X)

Jarman, J., Blackburn, R. M., & Racko, G. (2012). The Dimensions of Occupational Gender Segregation in Industrial Countries. *Sociology*, 46(6), 1003–1019.
<https://doi.org/10.1177/0038038511435063>



- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Kiili, K. (2007). Foundation for problem-based gaming. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 394–404. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00704.x>
- Kingsbury, I. (2018). Making sense of low private returns in MENA: A human capital approach. *International Journal of Educational Development*, 61, 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2018.01.001>
- Kuhanathan, A. (2018, enero 11). Así está cambiando el empleo y el trabajo en la economía digital. *EL PAÍS RETINA*. Recuperado a partir de https://retina.elpais.com/retina/2017/11/30/tendencias/1512041161_783871.html
- LaForce, M., Noble, E., & Blackwell, C. (2017). Problem-Based Learning (PBL) and Student Interest in STEM Careers: The Roles of Motivation and Ability Beliefs. *Education Sciences*, 92(7), 2–22. <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>
- Lamb, R., Annetta, L., Vallett, D., Firestone, J., Schmitter-Edgecombe, M., Walker, H., ... Hoston, D. (2017). Psychosocial factors impacting STEM career selection. *Journal of Educational Research*, 671, 1–13. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1295359>
- Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., & Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school students.



International Journal of Technology and Design Education, 21(2), 195–215.

<https://doi.org/10.1007/s10798-010-9114-8>

Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary*

Economics, 22(1), 3-42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)

Lyons, T. (2006a). Different countries, same science classes: Students' experiences of

school science in their own words. *International Journal of Science Education*,

28(6), 591–613. <https://doi.org/10.1080/09500690500339621>

Lyons, T. (2006b). The puzzle of falling enrolments in physics and chemistry courses:

Putting some pieces together. *Research in Science Education*, 36(3), 285–311.

<https://doi.org/10.1007/s11165-005-9008-z>

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of

Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.

<https://doi.org/10.2307/2118477>

Mas, C. y Medinas, M. (2007). Motivaciones para el estudio en universitarios. *Anales*

de Psicología, 23, 1, 17-24.

Mayorova, V., Grishko, D., & Leonov, V. (2018). New educational tools to encourage

high-school students' activity in stem. *Advances in Space Research*, 61(1), 457–

465. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2017.07.037>

McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the

disciplines of science , technology , engineering and mathematics. *Science*

Education International, 27(4), 530–569.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tl.345>

McMahon, W. W. (2000). Education and Development: Measuring the Social Benefits.

Clarendon Press.



- Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2017). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education, Part B*, 8455, 1–20.
<https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1397298>
- Montenegro, C. E., & Patrinos, H. A. (2014). *Comparable estimates of returns to schooling around the world* (No. WPS7020) (pp. 1-41). The World Bank.
Recuperado a partir de
<http://documents.worldbank.org/curated/en/830831468147839247/Comparable-estimates-of-returns-to-schooling-around-the-world>
- Morgan, P. L., Farkas, G., Hillemeier, M. M., & Maczuga, S. (2016). Science Achievement Gaps Begin Very Early, Persist, and Are Largely Explained by Modifiable Factors. *Educational Researcher*, 45(1), 18-35.
<https://doi.org/10.3102/0013189X16633182>
- Multon, K. D., Brown, S. D., & Lent, R. W. (1991). Relation of Self-Efficacy Beliefs to Academic Outcomes: A Meta-Analytic Investigation. *Journal of Counseling Psychology*, 38(1), 30–38. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.38.1.30>
- Münich, D., & Psacharopoulos, G. (2018a). *Education externalities – What they are and what we know* (EENEE Analytical Report No. 34) (p. 51). Luxemburgo: European Expert Network on Economics of Education. Recuperado a partir de
www.eenee.de/dms/EENEE/Policy_Briefs/PolicyBrief3-2018.pdf
- Münich, D., & Psacharopoulos, G. (2018b). *The many hidden benefits of education* (EENEE Policy Brief) (p. 3). Munich: European Expert Network on Economics of Education. Recuperado a partir de
www.eenee.de/dms/EENEE/Policy_Briefs/PolicyBrief3-2018.pdf



- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C. R., & Nelson, C. (2015). A Model of Factors Contributing to STEM Learning and Career Orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067–1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>
- Oon, P. T., & Subramaniam, R. (2010). Views of physics teachers on how to address the declining enrolment in physics at the university level. *Research in Science and Technological Education*, 28(3), 277–289. <https://doi.org/10.1080/02635143.2010.501749>
- Palmer, T. A., Burke, P. F., & Aubusson, P. (2017). Why school students choose and reject science: a study of the factors that students consider when selecting subjects. *International Journal of Science Education*, 39(6), 645–662. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1299949>
- Parkin, A. & Crawford, M. (2017). Spotlight on science learning the evolution of stem education: A Review of Recent International and Canadian Policy Recommendations. AMGEM CANADA Recuperado de <http://explorecuriocity.org/Portals/4/Images/article%20images/6008/SOSL-C2067%20Evolution-of-STEM-backgroundunder.pdf>
- Pastor Monsálvez, J. M., Pérez García, F., Hernández Lahiguera, L., Soler Guillén, Á., Zaera Cuadrado, I., & Teschendorff Cooper, J. (2009). *La contribución socioeconómica de las universidades públicas valencianas*. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas. Recuperado a partir de http://www.ivie.es/es_ES/ptproyecto/impacto-socioeconomico-de-las-universidades-valencianas/



Patrinos, H. A., & Psacharopoulos, G. (2011). *Education: Past, Present and Future Global Challenges* (SSRN Scholarly Paper No. ID 1799163). Rochester, NY: Social Science Research Network. Recuperado a partir de <https://papers.ssrn.com/abstract=1799163>

Pradhan, E., Suzuki, M., Martínez, S., Schäferhoff, M., & Jamison, D. T. (2018). The Effects of Education Quantity and Quality on Child and Adult Mortality: Their Magnitude and Their Value. En D. A. P. Bundy, N. de Silva, S. Horton, D. T. Jamison, & G. C. Patton (Eds.), *Optimizing education outcomes : high-return investments in school health for increased participation and learning* (3.^a ed., Vol. 8, pp. 1-265). The World Bank. Recuperado a partir de <http://documents.worldbank.org/curated/en/781571521530863121/Optimizing-education-outcomes-high-return-investments-in-school-health-for-increased-participation-and-learning>

Psacharopoulos, G. (1994). Returns to investment in education: A global update. *World Development*, 22(9), 1325-1343. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90007-8](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90007-8)

Psacharopoulos, G., & Patrinos, H. A. (2004). Returns to investment in education: a further update. *Education Economics*, 12(2), 111-134. <https://doi.org/10.1080/0964529042000239140>

Psacharopoulos, G., & Patrinos, H. A. (2018). *Returns to Investment in Education: A Decennial Review of the Global Literature* (Policy Research Working Paper No. 8402). Washington, D.C: World Bank Group. Recuperado a partir de <http://documents.worldbank.org/curated/en/442521523465644318/pdf/WPS8402.pdf>



PwC España. (2014). *Trabajar en 2033* (España 2033) (p. 160). Madrid: PwC España.

Recuperado a partir de <https://www.pwc.es/es/publicaciones/espana-2033/assets/trabajar-en-2033.pdf>

Randstad Research. (2016). *La digitalización: ¿crea o destruye empleo?* (p. 108).

Madrid: Randstad Research. Recuperado a partir de <https://research.randstad.es/wp-content/uploads/2017/05/RandstadInformeFlexibility2016.pdf>

Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>

Robnett, R. D., & Leaper, C. (2013). Friendship Groups, Personal Motivation, and Gender in Relation to High School Students' STEM Career Interest. *Journal of Research on Adolescence*, 23(4), 652–664. <https://doi.org/10.1111/jora.12013>

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels, Belgium: Directorate-General for Research, European Commission.

Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037. <https://doi.org/10.1086/261420>

Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102. <https://doi.org/10.1086/261725>

Ruiz del Solar, J., & Avilés, R. (2004). Robotics courses for children as a motivation tool: The Chilean experience. *IEEE Transactions on Education*, 47(4), 474–480. <https://doi.org/10.1109/TE.2004.825063>

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM 239



- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Sáinz, M., & Müller, J. (2018). Gender and family influences on Spanish students' aspirations and values in stem fields. *International Journal of Science Education*, 40(2), 188–203. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1405464>
- Sánchez García, M.F. (2001). La orientación universitaria y las circunstancias de elección de los estudios. *Revista de Investigación Educativa*, 19, 39-61.
- Sanders, B. M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Schnittka, C., & Bell, R. (2009). Preservice biology teachers' use of interactive display systems to support reforms-based science instruction. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(2), 131–159.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 51(1), 1-17.
- Sha, L., Schunn, C., & Bathgate, M. (2015). Measuring choice to participate in optional science learning experiences during early adolescence. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(5), 686–709. <https://doi.org/10.1002/tea.21210>
- Shedlosky-Shoemaker, R., & Fautch, J. M. (2015). Who leaves, who stays? Psychological predictors of undergraduate chemistry students' persistence. *Journal of Chemical Education*, 92(3), 408–414. <https://doi.org/10.1021/ed500571j>
- Sheldrake, R. (2016). Students' intentions towards studying science at upper-secondary school: the differential effects of under-confidence and over-confidence. *Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM*



International Journal of Science Education, 38(8), 1256–1277.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1186854>

Sheldrake, R., Mujtaba, T., & Reiss, M. J. (2015). Students' intentions to study non-compulsory mathematics: The importance of how good you think you are.

British Educational Research Journal, 41(3), 462–488.

<https://doi.org/10.1002/berj.3150>

Shih, J.-L., Huang, S.-H., Lin, C.-H., & Tseng, C.-C. (2017). STEAMing the ships for the great voyage: Design and evaluation of a technology-integrated maker game.

Interaction Design and Architecture(s), (34), 61–87.

Simpkins, S.D.; Davis-Kean, P.E. & Eccles, J.S. (2006) Math and science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs.

Developmental Psychology, 42 (1), 70-83.

Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International*

Journal of Science Education, 34(9), 1337–1370.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>

Solbes, J. (2011). ¿Por que disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 67, 53–61.

Tamim, S. R., & Grant, M. M. (2013). Definitions and Uses: Case Study of Teachers Implementing Project-based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-*

Based Learning, 7(2), 5–16. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1323>

Thomas, A. S., Bonner, S. M., Everson, H. T., & Somers, J. A. (2015). Leveraging the power of peer-led learning: investigating effects on STEM performance in urban



high schools. *Educational Research and Evaluation*, 21(7–8), 537–557.

<https://doi.org/10.1080/13803611.2016.1158657>

Ulewicz, M., National Research Council (U.S.), Policy and Global Affairs, National Research Council (U.S.), Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council (U.S.), ... Workshop on Human Capital Investment and International Labor Standards Compliance (Eds.). (2003). *Monitoring international labor standards: human capital investment: summary of a workshop*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Unesco Institute for Statistics, IBRD, & OECD (Eds.). (2003). *Financing education - investments and returns: analysis of the world education indicators* (2002.^a ed.). Montreal, Canada: Unesco Institute for Statistics ; OECD.

van Langen, A., & Dekkers, H. (2005). Cross-national differences in participating in tertiary science, technology, engineering and mathematics education. *Comparative Education*, 41(3), 329–350.
<https://doi.org/10.1080/03050060500211708>

Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M.-A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación de Las Ciencias*, 12(2), 264–277. <https://doi.org/10.498/17251>

Vedder-Weiss, D., & Fortus, D. (2012). Adolescents' declining motivation to learn science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(9), 1057–1095. <https://doi.org/10.1002/tea.21049>

Young, J. R., Ortiz, N., & Young, J. L. (2016). STEMulating Interest: A Meta-Analysis of the Effects of Out-of-School Time on Student STEM Interest. *International*

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM 242



Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 5(1), 62.

<https://doi.org/10.18404/ijemst.61149>

Bibliografía Complementaria

ADECCO, 2016. Informe Autoempleo ADECCO 2016: Ofertas de demanda y Empleo en España 2016. 234 páginas.

ANECA (2004). *Los españoles y la Universidad*. Madrid: ANECA.

AMGEN (2012). *Let's Talk Science Spotlight on Science Learning – A benchmark of*

Canadian talent Recuperado de <http://www.letstalkscience.ca/spotlight.html>

AMGEN ASIA & GLOBAL STEM ALLIANCE (2017). STEM Education in Asia

Pacific. Recuperado de [https://www.nyas.org/press-releases/stem-education-in-](https://www.nyas.org/press-releases/stem-education-in-asia-pacific-study-reveals-strong-student-interest-in-stem-but-students-and-teachers-need-more-resources/)

[asia-pacific-study-reveals-strong-student-interest-in-stem-but-students-and-teachers-need-more-resources/](https://www.nyas.org/press-releases/stem-education-in-asia-pacific-study-reveals-strong-student-interest-in-stem-but-students-and-teachers-need-more-resources/)

Bricall, J.M. (2000). *Universidad dosmil*. Madrid: CRUE.

Comisión Europea (2017). *Plan de Acción de la UE 2017-2019 Abordar la brecha salarial entre hombres y mujeres*. Comunicación de la comisión al Parlamento

Europeo, al Consejo y al Comité Económico y Social Europeo. Recuperado de

<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/ES/COM-2017-678-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>

Department of Education Office of Innovation and Improvement. (2016). STEM 2026:

A Vision for Innovation in STEM Education. Retrieved from

https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf

EFE, 2016. Los matriculados en Ingeniería y Arquitectura bajan un 17,2% pese a tener

más salidas laborales. Ver más en:

Hacia una sociedad 4.0: Efectividad de las medidas educativas impulsadas en Castilla y León para el desarrollo de competencias STEM 243



<https://www.20minutos.es/noticia/2724267/0/universidades-matriculados-ingenieria-salidas-laborales/>

EIGE (2017). *Gender Equality Index. Report 10.2839 / 251500. Recuperado de*

EPA, 2018. Encuesta de Población activa (EPA) Primer trimestre 2018.

<http://www.ine.es/daco/daco42/daco4211/epa0118.pdf>

ESSADE, 2018. El 58% de las empresas, a favor de la transparencia salarial para fomentar la igualdad. Observatorio de RRHH.

<https://www.observatoriorh.com/orh-posts/58-empresas-transparencia-salarial-fomentar-igualdad.html> publicado el 10 mayo 2018

<http://eige.europa.eu/rdc/eige-publications/gender-equality-index-2017-measuring-gender-equality-european-union-2005-2015-report>

Infojobs, 2018. Informe Anual sobre el Estado del Mercado Laboral Español InfoJobs-ESADE 2017 <https://nosotros.infojobs.net/prensa/notas-prensa/presentacion-informe-anual-infojobs-esade-2017>, 21 páginas

Langdon, D. et al. (2011). STEM: Good Jobs Now and For the Future. U.S. Department of Commerce. Recuperado de http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinallyjuly14_1.pdf

Servicio Público de Empleo Estatal, 2016. Informe del mercado de trabajo por colectivos en castilla y león. (Datos año 2015) observatorio regional de empleo de Castilla y León. https://www.sepe.es/contenidos/observatorio/mercado_trabajo/2666-1.pdf



U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration Office of the Chief Economist (2017). STEM Jobs: 2017 Update. recuperado de <http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stem-jobs-2017-update.pdf>

U.S. Department of Commerce. (2017). *Women in STEM: 2017 Update*. Recuperado de <http://www.esa.doc.gov/>

U.S. Department of Education Office of Innovation and Improvement. (2016). STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. Retrieved from https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf

UNESCO (2017). Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM) París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002534/253479e.pdf>

United States Department of Education (2017) Resources for STEM Education. Recuperado de https://innovation.ed.gov/files/2017/04/Resources_for_STEM_Education.pdf

Women in Technology: No Progress on Inequality for 10 Years. *The Guardian*. Recuperado de www.theguardian.com/technology/2014/may/14/women-technology-inequality-10-years-female

World Economic Forum (2016). The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report recuperado de <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>