

Brecha en la vocación de los estudiantes por profesiones STEM y el mercado laboral europeo

Jorge García Hernández, Raquel Hijón Neira

Universidad Rey Juan Carlos
j.garciah.2021@alumnos.urjc.es, raquel.hijon@urjc.es

Resumen: En el presente artículo se analizarán las claves del problema de la brecha en la vocación de los estudiantes por las profesiones STEM y su mercado laboral europeo. El mercado de trabajo demanda y va a demandar cada vez más profesionales de esta rama. Presenta las tasas de desempleo más bajas, los ratios de salario superiores y gozan de prestigio social. Sin embargo, cada vez son menos los jóvenes que estudian las ramas STEM. Ya desde primaria empieza a surgir la pérdida de interés. El problema viene dado por la manera segmentada de impartir las materias, las cuales hacen que el alumno no las relacione entre sí, ni vea su utilidad práctica en la resolución de problemas de su ámbito circundante. Se propone como solución la enseñanza de las cuatro asignaturas como una única, en la que se difuminen las fronteras actuales. Se presentarán en el artículo iniciativas y recomendaciones.

Palabras clave: STEM, mercado de trabajo, ciencia y tecnología, vocación científica y tecnológica, brecha de género STEM, educación.

Abstract: This article will analyze the keys to the problem of the gap in the vocation of students for STEM professions and its European labor market. The labor market demands and will demand more and more professionals in this field. It has the lowest unemployment rates, the highest salary ratios and enjoys social prestige. However, fewer and fewer young people are studying STEM fields. The loss of interest is starting to appear as early as elementary school. The problem is due to the segmented way in which the subjects are taught, which means that students do not relate them to each other, nor do they see their practical usefulness in solving problems in their surrounding environment. The proposed solution is to teach the four subjects as a single subject, in which the current boundaries are blurred. Initiatives and recommendations will be presented in this article.

Key words: STEM, labour market, science and technology, scientific and technological vocation, STEM gender gap, education.

1. Introducción

Los estudios y previsiones son unánimes: en la Unión Europea y en España la demanda de profesionales de las carreras técnicas y científicas es superior a la oferta. Y se prevé que dicha brecha se acreciente en los próximos años de manera sustancial. Por el contrario, la vocación de los adolescentes por las materias del área STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas) es cada vez menor. Esto deriva en que el problema de la demanda laboral se agravará en el futuro. Pero no es la única dificultad. La base del desarrollo, tanto económico, industrial y tecnológico como social dependen de los avances descubiertos por los futuros titulados en carreras

STEM. Se hace necesario estudiar la situación del punto de partida y buscar las causas y soluciones para resolver el problema que plantea la paradoja STEM: el por qué es constante la caída del interés por los estudios de la rama STEM por parte de los adolescentes, si el futuro laboral de estas carreras es de los más prometedores y se prevé que mejore.

2. Acerca del término STEM

STEM es un acrónimo inglés cuyo significado es Science (Ciencias), Technology (Tecnología), Engineering (Ingeniería), Mathematics (Matemáticas). Emanada de la detección de unas necesidades concretas, en respuesta de problemas que

se dan tanto en la actualidad, como se vislumbra que se acrecienten en el futuro. Algunos autores definen la categoría STEM como la resolución de problemas matemáticos y científicos con inclusión de contenidos de ingeniería y utilización de la tecnología (Shaughnessy, 2013). Otros lo atribuyen como una integración de los contenidos de cada asignatura concebida como un todo, de tal forma que este puente interdisciplinario se trate como una única entidad (Morrison, 2006; et. al, 2021). Cualesquiera de los conceptos que se manejen, todos caminan en la dirección de integrar la enseñanza de todos los conocimientos científicos y tecnológicos, en pro de un entendimiento del medio que nos rodea, de tal manera que sirvan para resolver problemas concretos de forma transversal. Existen razones por las que promover el estudio de las asignaturas STEM. Acorde a Sjøberg (1997), enumera las económicas, culturales, prácticas y sobre las democráticas y cívicas.

Si la pérdida de vocación por el área STEM de los adolescentes es un problema, se hace especialmente grave al referirse concretamente a las mujeres. Según datos de la UNESCO, la matrícula de las jóvenes en las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas está por debajo del 28% en todo el mundo. Esto supone un problema para ellas, porque las carreras de mayor prestigio y mejor pagadas son las STEM.

3. Mercado de trabajo europeo

Europa se encuentra sumida en un cambio de paradigma del mercado de trabajo. El afianzamiento de la globalización de los mercados requiere nuevas competencias laborales. La automatización, la industria 4.0, el desarrollo de las telecomunicaciones, el big data, el cambio a energías limpias, entre otros, son realidades de la sociedad actual, de las que depende el bienestar de la sociedad moderna. Pero también se postulan como la tendencia para el afianzamiento del crecimiento económico en el futuro. Todo ello debe venir de la mano de los trabajadores STEM.

Las mayores oportunidades de inserción laboral para los recién titulados se dan entre los que poseen una titulación superior¹. Esta es una tendencia que se ha

mantenido durante la última década, y que se prevé que continúe en un futuro a medio largo plazo. A mayor formación de la población, mayor es la tasa de empleabilidad, de actividad y menor la tasa de paro. Esto sucede independientemente de la edad y género de la persona y es en las profesiones STEM donde mayor tasa de empleo existe. La Comisión Europea ha advertido de la enorme demanda de vacantes laborales en ciencia y tecnología. La previsión escala desde los 300.000 puestos actuales en 2020 sin cubrir hasta los 500.000 o incluso los 900.000 en diez años, donde el principal motivo es el cambio en el modelo productivo. La intensificación de la automatización, la estrategia de “reindustrialización” de la Unión Europea, la jubilación de la generación del “baby boom” o la gran dificultad de las empresas europeas para atraer talento son algunos de sus motivos.

El principal reto que se presenta a la UE es la escasez de profesionales en este sector. La pérdida de vocación de los estudiantes por las materias STEM hace que no se decidan por estudiar o abandonen dichas carreras.

4. Mercado de trabajo español

España sigue el patrón europeo. Aquella población con mayor nivel de estudios tiene mayor empleabilidad y menor tasa de paro². Si se compara con las cifras de la media europea, la posesión de un título universitario es más ventajoso en España: la tasa de empleo España es del 16,4% frente al 14,6% de la UE, tasa de paro España es del 32,4% frente al 30,9% de la UE. En cuestión de salarios, son mayores a mayor nivel de estudios. Los titulados superiores, según datos de la OCDE, Education at Glance 2020 con datos del 2018, un titulado con grado universitario posee un salario un 42% superior al de alguien con estudios inferiores (bachillerato o módulos), y se eleva a un 74% superior para los titulados en master o doctorado. El informe también destaca la brecha de género, donde las mujeres graduadas perciben el 81,5% del salario de sus homónimos hombres (figura 6).

Aquellos que concluyeron sus estudios universitarios en el curso 2013-2014, durante el año 2019 el mayor número de egresados con empleo se registra en las carreras de informática, salud, ingeniería, seguido de

¹ Fuente: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Persons_in_employment_by_occupation_age_group_15-74_EU-

² Fuente: Eurostat. Labour Force Survey. [Adaptado de https://ec.europa.eu/eurostat/web/lfs/data/database](https://ec.europa.eu/eurostat/web/lfs/data/database)

matemáticas y estadística³. Artes y humanidades son las que se sitúan al otro lado de la balanza. Los trabajadores de carreras de ingeniería y arquitectura poseen salarios superiores a los de otras carreras, un 42,7% de los titulados con salario mayor a 2.000€ netos mes, seguido del 38,2% que corresponde a los titulados de ciencias de la salud. Dicho ratio desciende al 17,1% en el caso de las ciencias. Se destaca también la desigualdad de género, descendiendo todos los indicadores en el caso del sexo femenino. Los puestos de trabajo de ingeniería, informática, economía y administración y dirección de empresa y matemáticas y estadística son los que poseen mayor número de contratos indefinidos. Los titulados en informática, ingenierías, arquitectura, medicina, economía, matemáticas y estadística y derecho son los que en proporción más trabajan a tiempo completo. Las profesiones que menor porcentaje de sobre cualificación presentan son la rama sanitaria, ingeniería, arquitectura, veterinaria y matemáticas y estadística. Los titulados en ingeniería, arquitectura, ciencias físicas y químicas y geológicas, son los que en proporción emigran más por trabajo, junto con veterinaria y lenguas.

5. Situación universitaria

Fijándose en la realidad europea, los países con mayor número de titulados STEM, en proporción con el número total de egresados en 2019, son Alemania, con un 36,9%, seguido de Rumanía (30%) y Finlandia (26,4%). En la cola se sitúan Malta y Chipre con menos del 16%, encontrándose España en una posición cercana, con tan sólo el 19,9%. Curiosamente, escogiendo sólo a las mujeres egresadas, España escala hasta la posición 11 de la Europa de los 27, con un 36,3%. Rumanía en este caso se sitúa como la primera potencia, y Alemania desciende hasta la última (25,8%). Es notable que la participación de las mujeres en los países del sur de Europa en las carreras STEM es mucho mayor que en el norte de la Unión Europea.

La tendencia en la última década de matriculaciones en carreras universitarias en España ha sido descendente⁴. Desde el curso 1999-2000 hasta la

³ Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) Adaptado de https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INSEccion_C&cid=1259948984778&p=%5C&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout¶m1=PYSDetalle¶m3=1259924822888

⁴ Fuente: Estadística de estudiantes. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU), Ministerio de Universidades.

actualidad, el número de matriculaciones ha descendido aproximadamente en 300.000 personas (Figura 1). El porcentaje de mujeres matriculadas supera al de los hombres, con un 55,7%.



Figura 1. Evolución de los matriculados universitarios en grado y máster oficial. *Nota:* En el eje de la derecha se expresan los matriculados de máster oficial⁵.

Entrando más en detalle, el total de matriculados en asignaturas STEM en el curso 2020-2021 fue del 24%. Sin embargo, la tendencia de matriculados en ingeniería y arquitectura es descendente, junto con las ciencias sociales y jurídicas. Ha caído 4 puntos con respecto a hace tres décadas. Dicha caída la absorbe en parte las ciencias de la salud, cuya tendencia es fuertemente ascendente. A pesar de que en ciencias se han matriculado un 1,3% más de alumnos que respecto del curso anterior, en ingeniería sucede lo contrario, donde hay un 4,1% menos de matriculaciones. La tasa de ocupación es también menor en las ingenierías, que asciende a un 84,5% del total de capacidad. Es precisamente la rama que más ha descendido de todas las carreras.

En el curso 2018-2019, las áreas de ingeniería e informática fueron las que obtuvieron una menor tasa de rendimiento (sobre el 67%) de todas las titulaciones⁶. Los datos que arrojan las estadísticas

Adaptado de <https://www.universidades.gob.es/portal/site/universidades/menuitem.a9621cf716a24d251662c810026041a0/?vgnnextoid=42d6372673680710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

⁵ Fuente: Estadística de estudiantes. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU), Ministerio de Universidades. Adaptado de

<https://www.universidades.gob.es/portal/site/universidades/menuitem.a9621cf716a24d251662c810026041a0/?vgnnextoid=42d6372673680710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

⁶ Fuente: Indicadores de rendimiento académico. Sistema Integrado de Información Universitaria (SIU). Ministerio de Universidades. Adaptado de

<https://www.universidades.gob.es/portal/site/universidades/menuitem.a9621cf716a24d251662c810026041a0/?vgnnextoid=42d6372673680710VgnVCM1000001d04140aRCRD>

indican que existe una seria descompensación entre lo exigido en las carreras, y la preparación o rendimiento de los alumnos. Los alumnos de informática son los que poseen el mayor índice de abandono el primer año, con casi el 30% de los alumnos de nuevo ingreso. Cerca se encuentra la rama de ingeniería, industria y construcción, también con uno de los mayores índices (24,1%).

6. Nivel de estudios STEM entre adolescentes.

Analizando los resultados del último informe PISA del 2018, según se aprecia en la gráfica, en el apartado de matemáticas se observa que la mayoría de los países del norte de Alemania, junto con Portugal, están por encima de la media de los países OCDE (PISA, 2018). Estos resultados coinciden con aquellos que tienen un mayor número de titulados STEM. Al contrario sucede en el caso de los países del sur de Europa, los cuales están por debajo de la media, y también se corresponde con aquellos que tienen menos titulados STEM. España ocupa el décimo peor valor de los 37 países. En el caso de las ciencias, la lectura es similar a la anterior, aunque España mejora tres puestos respecto de las matemáticas. Se puede inferir que a mayor conocimiento STEM de los adolescentes mayor predisposición a terminar carreras STEM tienen.

7. Situación del bachillerato

En el curso 2019-2020 se matricularon en total en bachillerato 277.134 alumnos, en todas las especialidades⁷. De este total, el 55,12% eran alumnas. Los datos de matriculados desde el curso 2002-2003 marcan dos tendencias. Por un lado, hasta el curso 2007-2008 la tendencia era de un descenso constante en el número de matriculaciones. Es en estos años, cuando se produce la crisis de Lehman Brothers, donde aparece un punto de inflexión y cambia la tendencia positiva, la cual se mantiene. Este último curso ha sido especialmente significativo

tem.a9621cf716a24d251662c810026041a0/?vgnnextoid=42d6372673680710VgnVCM1000001d04140aRCRD

⁷ Fuente: Elaboración Unidad de Igualdad del Ministerio de Educación y Formación Profesional a partir de las estadísticas de las enseñanzas no universitarias. Adaptado de <https://alianzasteam.educacionyfp.gob.es/datos-steam/observatorio-steam.html>

la subida con respecto del año anterior. También se constata que hay de forma permanente un mayor porcentaje de chicas que de chicos matriculados. Sin embargo, las estadísticas muestran que esta diferencia se reduce año a año.

Los datos a priori son esperanzadores. Si analizamos el porcentaje de estudiantes por ramas, se observa que la gran mayoría opta por ciencias o por humanidades y ciencias sociales. Solamente el 5,42% de los estudiantes se decantan por artes, estando bastante igualado quien se decanta por ciencias (46,93%) o por humanidades y ciencias sociales (47,26%). Si atendemos por géneros, los chicos que eligen ciencias superan en un 10% a las chicas, y un 10% más de chicas que eligen humanidades y ciencias sociales que de chicos.

En la rama de ciencias y tecnología los resultados van en consonancia con los generales. Es de destacar que el porcentaje de alumnas también es cada vez mayor desde el curso 2011-2012, aunque siempre por debajo del de alumnos. En relación a los titulados, en números absolutos, desde el curso 2011-2012 hay una tendencia positiva en relación a los alumnos que superan con éxito esta modalidad de bachillerato.

Si se analizan las estadísticas de los cursos 2002-2003 a 2007-2008 en la modalidad de tecnología⁸, se puede apreciar claramente la poca vocación de las alumnas hacia esta rama, dato que no se puede apreciar al incluir las ramas sanitarias a los resultados (Figura 2). Tan sólo un 20% de los matriculados y matriculadas eran alumnas. Además, año a año se iba reduciendo el número de estudiantes.

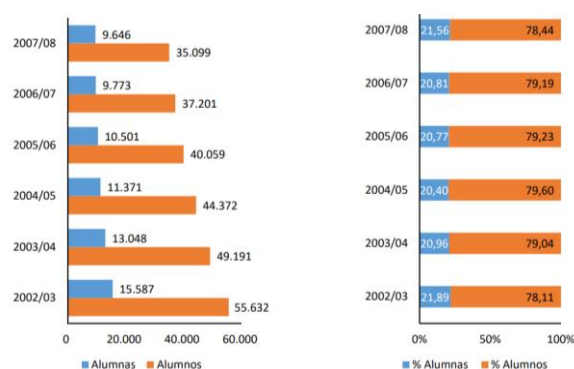


Figura 2: Evolución y distribución porcentual del

⁸ Fuente: Elaboración Unidad de Igualdad del Ministerio de Educación y Formación Profesional a partir de las estadísticas de las enseñanzas no universitarias. Adaptado de <https://alianzasteam.educacionyfp.gob.es/datos-steam/observatorio-steam.html>

*alumnado matriculado en Bachillerato según sexo*⁹.
Modalidad Tecnología. Cursos 2002/2003 a 2007/2008.
steam/observatorio-steam.html

8. Vocación entre los adolescentes

Es unánime entre todos los autores, estudios y organismos la idea de la pérdida de vocación de las asignaturas STEM entre los alumnos adolescentes. Objetivamente se vio el apartado “5-Situación universitaria”, al constatar la disminución progresiva de alumnos que eligen carreras STEM. Esta vocación se agrava si consideramos a las chicas, las cuales son más propensas a elegir estudios humanísticos y sociales que de ciencias (Rodríguez, et al, 2006). Dicho fenómeno no se da exclusivamente en España, sino que se repite en el resto de países europeos y más allá de sus fronteras (Alloza, et al, 2011). Todos los países de occidente sufren este fenómeno. En la Unión Europea hace tiempo que tomó cartas en el asunto la Comisión Europea. A continuación se expondrá, de forma no exhaustiva, los distintos factores que influyen en la elección de las asignaturas:

8.1 Pérdida de interés desde primaria

Acorde a algunos estudios, el estudio de las ciencias es muy atractivo para los estudiantes en Educación primaria, siendo las matemáticas la asignatura preferida (Vázquez, et al, 2007). No obstante, se constata que la pérdida de interés en las ciencias y tecnologías empieza su declive a medida que avanza esta etapa. Dicha tendencia es continua según avanzan los ciclos educativos, hasta llegar a las puertas de la universidad, e incluso una vez cruzada, donde muchos abandonan los estudios STEM definitivamente.

8.2 Métodos pedagógicos y atractivo de las asignaturas

Tradicionalmente, el sistema educativo ha impartido las asignaturas de forma compartimentada,

organizadas de forma aislada de acuerdo a los currículos establecidos (Von Garnier, 2010). Es decir, cada asignatura se fracciona de forma aislada, con contenidos inconexos entre ellas. Esto tiene especial incidencia negativa en las asignaturas STEM. Los alumnos conciben dichos conocimientos como algo compartimentado, sin conexión entre ellos, ni si quiera con el entorno inmediato que les rodea, descontextualizado de la realidad. Esto acarrea que un gran número de alumnos desarrolle aversión hacia estas asignaturas por aburrimiento, desinterés o directamente rechazo de las mismas. También produce poco rendimiento del aprendizaje. Como consecuencia, deriva en la pérdida de vocación científica y en un desapego hacia las asignaturas de ciencias y tecnología que desemboca en una caída de matriculaciones en carreras STEM.

8.3 Dificultad

Todo aquello que presenta dificultad o requiere esfuerzo hace perder el interés por ello y mostrar rechazo. Esto les sucede a los alumnos con las asignaturas. Expresan desafecto o indiferencia hacia aquellos contenidos cuando encuentran dificultad en ellas, aunque sean de su agrado.

8.4 Género

Estadísticamente se afirma que las mujeres son menos propensas a escoger estudios STEM que los hombres. Se ha comprobado en puntos anteriores con estadísticas. Esto es especialmente acusado en ciertas especialidades, como mecánica o informática. Una causa fundamental es la falta de referentes femeninos en las ciencias. Este hecho ha sido muy grave históricamente, ya que las mujeres han estado excesivamente discriminadas en este campo. Especialmente ilustrativo es la historia del reconocimiento al primer Nobel de la científica Marie Curie, y su no menos fácil acceso a ser la primera mujer catedrática de la Sorbona de París, tras varias negativas, al conseguir su segundo premio Nobel. Existe pues una mayoría de profesionales y figuras masculinas en las ciencias y tecnología, donde las mujeres pueden tender a no verse reflejadas en dicho papel (Sáinz, et al, 2017).

Otra causa es la influencia del entorno, debido a la discriminación laboral que sufren las mujeres del sector.

⁹ Fuente: Elaboración Unidad de Igualdad del Ministerio de Educación y Formación Profesional a partir de las estadísticas de las enseñanzas no universitarias. Adaptado de <https://alianzasteam.educacionyfp.gob.es/datos-steam/observatorio-steam.html>

Dare y Roehring (2019) afirmaron en su estudio la gran influencia que tienen la autopercepción de las habilidades científicas de cada estudiante. Demostraron que las chicas tienen peor autoconcepto científico que los chicos, siendo más propensas a pensar que no son aptas para esta profesión.

8.5 Influencia familiar

Se considera la familia como un capital cultural, donde los miembros de la misma se nutren y aprenden de esa fuente. En relación a esta, no se debe tanto el éxito o fracaso académico del menor al estatus socioeconómico, como de las consecuencias socioeconómicas que este estatus haya creado en la educación de los ascendientes (Bourdieu, 1997). El hijo beberá del capital cultural de sus padres antes de su escolarización. Incluso indirectamente al asistir a conversaciones entre adultos sobre el tema. Además, según una investigación se probó que factores como ser hombre, tener alto capital cultural, buena comprensión lectora y nivel en aritmética y tener un padre profesional de la rama STEM está fuertemente correlacionado con la elección de una carrera STEM (Holmes, et al, 2017).

Como curiosidad, son las madres o tutoras las que mayor influencia tienen en la desión de elección de la carrera de los hijos (Cerinsek, et al, 2013)

8.6 Nivel socioeconómico

La mayoría de estudios sí que apuntan a que, a menor posibilidades económicas, mayor probabilidad de fracaso o desarrollo de los estudios presenta el menor. Esto es extensible a cualquier campo de la educación. Las personas con menores capacidades económicas tienen menos posibilidades de realizar actividades culturales, como ir a un museo, visitar ferias tecnológicas, asistir a talleres de ciencia o acceso a tecnología como ordenadores o tablets.

8.7 Autoeficacia

Se entiende por concepto de autoeficacia como la forma en la que cada persona piensa sobre sus propias capacidades para alcanzar el nivel de rendimiento esperado (Bandura, 1995). Para que un adolescente escoja el camino de las ciencias y la tecnología, es imprescindible que él mismo se perciba como capaz de desarrollar con éxito las tareas. Este fenómeno

psicológico no responde sólo a esta casuística, sino que se extiende al resto de ámbitos de la vida. La autopercepción de las capacidades de cada uno determina la manera en que sentimos, pensamos, nos motivamos y nos comportamos. A mayor nivel de autoeficacia percibida en las ramas STEM, mayor interés por estas tendrán. Por otro lado, los profesores deberán trabajar sobre la autoeficacia percibida, que ayudará a los alumnos a visualizarse en trabajos y ocupaciones STEM desarrollándolos de forma exitosa.

8.8 Los pares

Los pares hace referencia al grupo de iguales, es decir, al grupo de amigos donde los adolescentes coinciden en gustos, antecedentes, nivel socioeconómico y otros aspectos. Es en la adolescencia cuando el menor intensifica la necesidad de ser aceptado en un grupo de pares, y también al contrario, de no ser rechazado de este. Es ahí donde se refuerzan sus emociones, comportamientos y forma de pensar habituales en este periodo. De la interacción con la familia y pares se forjará el sentido de la identidad personal, permitiéndole disfrutar de autonomía y vinculación (citado por Calero, et.al, 2018).

9. Mención especial al profesorado

Son muchas las voces que se alzan a favor de cambiar el paradigma educativo, transformando la figura tradicional del profesorado desde el simple transmisor de conocimientos (Von Garnier, 2010), a la asunción del rol de guía, facilitador del aprendizaje. En esta tarea se centra el debate a la hora de promocionar la disciplina STEM en Secundaria cuando concierne al profesor. La reforma educativa anterior a la actual ya insta hacia la transversalidad de contenidos, motivando a los alumnos por medio de metodologías activas (LOMCE, 2013). Aunque en su diseño curricular mantiene férreamente diferenciados los contenidos de cada una de las asignaturas. La concepción transversal de las materias STEM, tomándolas como un todo es una de las claves para vincular los contenidos con el medio que nos rodea, y por ende, con la realidad del propio alumno (Von Garnier, 2010). El problema surge cuando pocos son los profesores, de entre los que son conscientes de la situación, que saben cómo llevarlo a cabo. La

formación del profesorado es esencial si se pretende cambiar el modelo educativo. El abandono de los métodos tradicionales conlleva la adquisición de nuevas competencias docentes. Acorde a Fuentes y González (2017), los docentes actuales deben tener un conocimiento integral de todas las asignaturas STEM, deben poseer el conocimiento pedagógico necesario para poder motivar al alumnado y el conocimiento de las TICs y resto de tecnologías para poder aplicarlas en la enseñanza.

A pesar de que aún no hay un consenso de cómo llevar a cabo la reforma de las enseñanzas STEM, todos los modelos pivotan sobre tres puntos comunes y consensuados (Aguilera et al, 2021): la interdisciplinariedad o transversalidad de contenidos, la conexión de los contenidos al mundo real y el desarrollo de las habilidades de resolución de problemas con esos conocimientos.

10. Recomendaciones

Una vez que se ha abordado desde los principales puntos de vista lo que se ha llamado en este trabajo “la paradoja STEM”, se ofrece una serie de recomendaciones recapituladas en el documento “Recomendaciones para la mejora del impacto de las acciones de divulgación en la promoción de vocaciones científico-tecnológicas” (FECIT, 2015). Dichas recomendaciones inciden en los problemas y factores ya detectados, focalizándolos hacia una solución que haga mejorar las perspectivas de crecimiento de estudiantes STEM.

10.1 Chicas y nivel socioeconómico

Se recomienda enfocar e incrementar las acciones de divulgación y actividades en estos colectivos, ya que su ejecución no supone grandes dificultades de ejecución. Se sabe que las chicas tienen una capacidad auto percibida baja en materias STEM. Es ahí donde se debe incidir en las acciones, para reforzar su decisión. También deben de ir dirigidas hacia una mejora de la percepción que tienen sobre estas materias. Un ejemplo puede ser el diseño de actividades que involucren de forma activa a los alumnos y alumnas, de tal manera que tengan que resolver retos alcanzables.

10.2 Alumnos indecisos y con baja capacidad de trabajo

Ya que las materias STEM son siempre percibidas como difíciles y duras, es necesario que los alumnos aumenten la predisposición a realizar un mayor esfuerzo a corto y medio plazo. En aquellos discentes cuya capacidad o ganas de esfuerzo sea escasa no habrá mucho que hacer. Pero sí que se puede en los indecisos, informándolos sobre las ventajas de estudiar itinerarios STEM. La labor de orientación escolar es imprescindible en este caso, haciendo ver las recompensas del esfuerzo que a priori se debe realizar. Dicha labor también debe de apuntar hacia el **refuerzo** de la autoeficacia de los discentes.

10.3 Alumnos con alta autoeficacia y gusto por las materias STEM

De los factores principales para elegir una carrera son la autoeficacia, el interés y el éxito. Estos alumnos poseen todas, y por tanto son claros candidatos a continuar con estudios STEM. En primer lugar, se recomienda no realizar ninguna actividad que los lleve a cambiar de opinión, como tareas inalcanzables, o malas experiencias. Se debe incidir en diseñar actividades divulgativas que refuercen el impacto, como role model o de diseño y construcción de elementos tecnológicos o talleres científicos que les planteen retos. También se aconsejan las actividades role playing, donde los adolescentes juegan a realizar un papel de científicos o ingenieros.

10.4 La imagen asignada por profesores y padres.

La imagen asignada a los adolescentes por profesores y padres no es el único factor que interviene en la construcción de la autopercepción de las capacidades STEM de estos, pero sí que es la más importante. Sea que el alumno perciba que estos dos referentes los ven con capacidades para hacerlo o no, hay poco margen de maniobra para actuar. Se trata de una tarea de cada profesor o padres. Se tiene que sensibilizar a estos dos sujetos en que se deben cuidar los comentarios o valoraciones, que aunque puedan parecer inocuas y se realizan de manera inconsciente, ejercen un devastador efecto en la autoestima del menor. En su lugar, el docente debe enumerar las capacidades que un científico debe tener: capacidad

de trabajo en equipo, capacidad analítica, etc. e intentar encajar a cada alumno en sus cualidades.

Los padres y docentes deben conocer los avances que los alumnos realizan en las actividades STEM propuestas: diseño de robots, estudios de índole científica, etc. El reconocimiento de ambos influirá positivamente en la autopercepción del alumno. Si se puede dar un paso más allá, los propios padres y docentes podrán participar activamente en dichas actividades, al mismo nivel que los alumnos.

10.5 La influencia de los pares

Ya se comentó en la sección “2.6.7. Los pares”, la influencia de los pares (amigos o grupo de amigos) no era tan relevante como la de los padres a la hora de escoger carrera. Aun así, es influyente, especialmente en la etapa de la Educación Secundaria. Las actividades realizadas deben de fomentar la inclusión del grupo, y no realizarlas de forma individualizada. La pertenencia a un grupo hará de efecto arrastre hacia los miembros, que evitarán el abandono de las mismas a alumnos sueltos. Se fomenta la pertenencia a un grupo, la recomendación positiva entre iguales y la imitación de comportamientos.

10.6 Orientación vocacional

Cuando se dieron los datos de abandono de las carreras el primer año, una de las causas culpables a las que se apuntó era la falta de orientación educativa y profesional. Estudios revelan la poca información que los alumnos de Secundaria tienen de las carreras, y menos aún de las posibilidades profesionales en su futuro. Se debe ofrecer una buena orientación. Esta debe constar de la información suficiente de los contenidos y dinámicas de las carreras. Pero también se debe reforzar con charlas en las que profesionales del ramo, profesores de universidad, o cualquier otro agente implicado ofrezca su punto de vista. Se debe cuidar el diseño de las actividades, haciendo partícipes a los alumnos y centrándose en sus aspiraciones y motivaciones. No pueden ser meros discursos retóricos de comunicación unidireccional. Por poner un ejemplo, antes de una charla con un profesional de un sector, los alumnos pueden investigar con anterioridad sobre ese sector, pudiendo plantear sus dudas o aclarar sus puntos de vista erróneos.

10.7 Modelos de referencia

La forma de vida de los profesionales STEM es atractiva para los estudiantes que quieren continuar con este sector. Los modelos de referencia crean un alto impacto, y mostrar dichos modelos puede reforzar la vocación STEM en los discentes. Pero se debe prestar cuidado a no utilizar modelos de gran éxito o estatus social. Los alumnos lo podrían percibir como inalcanzable y generaría el efecto contrario. Poner como ejemplo a seguir a Bill Gates o Steve Jobs no conseguiría los objetivos perseguidos.

Igualmente, se debe incidir en la utilidad social de la ciencia y la tecnología, para explotar las necesidades altruistas de los alumnos. Las divulgaciones sobre las aportaciones del área STEM a la sociedad son óbice de motivación para los alumnos. Crea un impacto bastante positivo la contextualización de la ciencia y la tecnología en ámbitos comunes y reales. La explicación de cómo funciona un microondas o cómo se resuelve el problema de la contaminación de los ríos conlleva a una visión útil de los contenidos STEM.

11. Conclusiones

El término STEM nace de la necesidad de un cambio en la educación y la enseñanza de las ciencias y tecnologías. El descenso de estudiantes que estudian asignaturas STEM es constante y patente. Esto contrasta con la realidad del mercado de trabajo. Los estudiantes que estudian una carrera universitaria tienen los índices de empleabilidad más altos y los salarios más altos de media. Es un patrón que se repite en la Unión Europea y en España. Dentro de este rango, son los estudiantes de las carreras técnicas los que lideran las posiciones. Un ingeniero clásico, profesional de ciencias o ingeniero informático tiene las menores posibilidades de engrosar las listas de desempleo, tenderá a tener un sueldo mayor al de otros titulados y gozará de un status social más elevado. A priori todo son ventajas. Pero, ¿por qué esto no es motivo para saturar ese nicho del mercado de trabajo? Se debe advertir que en dichas estadísticas no se incluyen factores subjetivos, como número de horas no remuneradas, nivel de estrés, alineación de las expectativas con la realidad del puesto de trabajo, temporalidad e inestabilidad de los científicos investigadores, necesidad de aprender idiomas, disponibilidad de movilidad geográfica,

incluso para cambiarse de residencia habitual, etc. Sin duda son elementos clave que deciden no hacer atractivo a este tipo de trabajos. La personalidad de las personas tiene un componente marginalista, y puede que la remuneración final (tanto salarial como de condiciones e incentivos laborales) no compense al esfuerzo, años e inversión económica que suponen estas carreras.

A lo largo del trabajo se han desarrollado los distintos motivos que a nivel intrínseco o extrínseco animan o desaniman a un estudiante a continuar y terminar una carrera de la rama STEM. Todos ellos son, según los estudios consultados, motivos trascendentes. Pero buscando un nexo común a todos, el problema de fondo subyace de la falta de motivación. Especialmente en España y sur de Europa, los datos de los informes PISA muestran el poco desempeño de los alumnos en las materias STEM. La familia se configura como trascendente la elección de la carrera de los hijos, los amigos influyen en las decisiones de sus pares, la posición socioeconómica ayuda a involucrar a los estudiantes en entornos educativos favorables, los referentes refuerzan la autoeficacia del adolescente... En definitiva, todos los factores responden a la necesidad de motivar al alumno para que continúe estudiando estas materias. Y la palabra CONTINUAR es clave para entender la solución definitiva del problema. Los estudios muestran que en primaria los niños muestran interés y aprecio por las ciencias y la tecnología. Es a medida que avanzan sus estudios, y especialmente en la ESO, cuando pierden ese interés. Dejan de gustarles las ciencias y se interesan por otras labores más de su agrado. De aquí se originan las teorías de la mayoría de los autores: se debe cambiar radicalmente la forma en la que se estudian las asignaturas STEM. Se debe abandonar el método tradicional de aislar cada asignatura para abordarlas en conjunto. Se deben enseñar todas ellas como una sola, de manera que los contenidos y aprendizajes cobren sentido para el alumno, al permitirle poder resolver problemas prácticos de la vida cotidiana. Este se postula como el problema de fondo de la pérdida de vocación: se requiere un gran esfuerzo en aprender conocimientos no prácticos (en apariencia). El resto de recomendaciones expuestas, pese a ser importantes y necesarias de implementarlas en el tiempo, sirven para paliar las consecuencias de la desmotivación, pero no para arrancarla de raíz. Se debe reforzar el apoyo en los grupos de chicas y de bajo nivel

socioeconómico. Son grupos especialmente vulnerables, y dichas acciones no suponen un fuerte sobreesfuerzo económico ni de trabajo. En aquellos alumnos indecisos o que tengan baja capacidad de trabajo, se debe aplicar una labor intensiva de orientación, mostrándoles las ventajas de continuar por la senda. Además, tiene que reforzar su autoeficacia. No es el caso de los alumnos con alto nivel de autoeficacia y gusto por las materias STEM. A este colectivo lo más importante es no realizar ninguna acción que los lleve a cambiar de opinión. Se recomienda hacer con ellos actividades en las que se vean implicados, como el role playing o el role model. Los padres y los profesores tienen una influencia muy importante, y que tiende a pasar desapercibida, en la formación de la personalidad de los adolescentes. Son las personas de las que dependen emocionalmente, y comentarios negativos hacia los menores hacen crear una autopercepción fallida de las capacidades STEM en estos. Se debe extremar la precaución en utilizar los términos adecuados, remarcando en los menores aquellas capacidades necesarias STEM que posean. En la edad adolescente se tiende a otorgar al grupo de iguales una gran relevancia. La promoción de actividades a dichos grupos hará que los miembros individuales que quieran abandonarlas no lo hagan, debido a la necesidad de pertenencia al grupo. Se vuelve a incidir en la orientación vocacional, la cual es especialmente importante en los indecisos, pero no menos en el resto de población. Se necesita que sea extensa, precisa y eficaz. Por último, los modelos de referencia motivarán a los menores a continuar. Hay que tener la precaución de que estos sean percibidos como “alcanzables” por los estudiantes, y evitar a referentes únicos como premios Nobel o grandes empresarios.

El cambio de paradigma educativo en la enseñanza STEM no se hará efectivo sin el trabajo de los profesores. Existen en la actualidad muchos factores exógenos a los profesores para poder impartir las materias STEM de manera unidas. La principal es la rigidez legislativa de contenidos, horas y evaluaciones con la que se deben configurar los currículos educativos. Pero no menos grave es el factor principal endógeno: la falta de preparación de los profesores actuales para abordar esta labor. Los profesores deben de formarse para recibir una preparación que pivote en 3 vectores: que tengan los conocimientos transversales de todas las asignaturas,

que tengan las herramientas y métodos didácticos necesarios para poder impartirlas y que tengan conocimientos de las nuevas tecnologías y sepan aplicarlas en la docencia.

Por último se debe hacer especial referencia al problema de la baja presencia de las chicas en las carreras y estudios STEM. Es un problema que trasciende a los motivantes comunes de todos los alumnos, ya que las cifras en algunos casos son significativamente alarmantes. Los resultados de calificaciones y pruebas muestran que no se debe a ninguna diferencia de habilidad de sexo. En la Unión Europea y España tampoco a restricciones de acceso a la educación. Las cifras totales de matriculados en bachillerato, son superiores en las chicas que los chicos. Se trata pues de una tradición de cultura machista, en la que las mujeres no han tenido históricamente acceso a puestos de trabajo similares. Esto conlleva la ausencia de referentes femeninos, la discriminación salarial o los comentarios que impactan negativamente en la autoeficacia de las alumnas.

En todo caso, se concluye que son necesarias cuantas acciones se requieran para aumentar los titulados STEM, especialmente incidiendo en las mujeres. Se requieren tanto desde la necesidad de sostener el entramado económico occidental, como para nutrir a la sociedad de ciudadanos útiles para el progreso, con criterio para afrontar los debates trascendentes de los avances disruptivos y críticos para formar una sociedad más libre y justa.

Referencias

- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2021). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in STEM education. *Mathematics*, 9, 597. <https://doi.org/10.3390/math9060597>
- Alloza, F. M., Anghel, B., Dolado, J. J., De la Rica, S., & Sánchez de Madariaga, I. (2011). Libro Blanco: Situación de las mujeres en la ciencia española. Madrid: Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Bandura, A. (1995) Exercise of personal and collective efficacy. En: Bandura, A. (ed.) *Self-efficacy in Changing Societies*, EEUU: University of Cambridge, pp. 1 – 45.
- Bourdieu, P. (1997). *Capital cultural, escuela y espacio social*. Coyoacán, México, Siglo XXI. Recuperado de https://www.u-cursos.cl/facso/2017/1/TS01023/1/material_docente/bajar?id_material=1700641
- Calero, A.D., Bayeiro, J.P., Formoso, J e Injoque-Ricle, I. (2018) *Inteligencia emocional y necesidad de pertenencia al grupo de pares durante la adolescencia*. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73102018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- 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.
- Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A. y Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701-1720.
- Fuentes Hurtado, M., González Martínez, J., “*Necesidades formativas del profesorado de Secundaria para la implementación de experiencias gamificadas en STEM*”,(2017) Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España, Programa Serra Húnter, RED. Revista de Educación a Distancia. Núm. 54. Artic. 8. 30-06-2017
- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, Obra Social “La Caixa”, Everis, “*Recomendaciones para la mejora del impacto de las acciones de divulgación en la promoción de vocaciones científico-tecnológicas*” (2015) Obra Social “La Caixa”
- Holmes, K., Gore, J., Smith, M., & Lloyd, A. (2017). *An integrated analysis of school students’ aspirations for STEM careers: Which student and school factors are most predictive?* *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 655-675.

PISA (Programme for International Students Assessment) recuperado a partir de <https://www.oecd.org/pisa/>

Rodríguez, M. C., Torío, L. S., & Fernández, G. C. M. (2006). El impacto del género en las elecciones académicas de los estudiantes asturianos que finalizan la ESO. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 2(2), 239-260. doi: 10.5944/reop.vol.17.num.2.2006.11351.

Sáinz Ibáñez, M., Castaño Collado, C., Meneses, J., Fàbregues Feijóo, S., Müller, J., Rodó de Zárate, M., & Arroyo Prieto, L. (2017). “*Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas. ¿Por qué no hay más mujeres STEM?*” Editorial Ariel

Vázquez Alonso, Á., y Manassero Más, 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.

Von Garnier, C. (2010). *La metamorfosis necesaria en la escuela*. Sevilla: Ituci Siglo xxi.