

El reto de alentar a las niñas a introducirse en campos STEM

The Challenge of Encourage Girls to Get Into STEM Fields

ENCARNACIÓN CASTRO Y NURIA RICO
Universidad de Granada

Resumen

En este capítulo presentamos una aproximación a STEM (*science, technology, engineering y mathematics*), así como la importancia de este campo de conocimiento en la resolución de los problemas de la sociedad actual. Ponemos de manifiesto la baja representación de mujeres y niñas en áreas STEM y algunas razones que se dan para ello. Referimos un proyecto de nivel nacional que llevamos a cabo con la intención de fomentar el interés de chicas estudiantes de Secundaria en materias STEM. Pretendemos contribuir a la divulgación de esta forma de enseñanza y señalar algunos escollos que encontramos al tratar de llevar a término nuestra tarea.

Palabras clave: educación, STEM, mujeres y STEM, brecha de género

Abstract

In this chapter we present an approach to STEM (science, technology, engineering, and mathematics) as well as the importance of this field of knowledge in solving the problems of today's society. We highlight the low representation of women and girls in STEM areas and some reasons given for this. We refer to a national-level project that we carry out with the intention of fostering the interest of female high school students in STEM subjects. We intend to contribute to the dissemination of this form of teaching and to point out some pitfalls that we encounter when trying to carry out our task.

Keywords: Education, STEM, women and STEM, gender gap

1. Introducción

El término STEM se forma con las iniciales de las palabras inglesas *science, technology, engineering y mathematics*. Según la Unesco (2017), STEM se puede definir en numerosas formas, dependiendo de la perspectiva elegida y los datos utilizados para contabilizar estadísticamente. Para algunos autores STEM representa una acción pedagógica que permite preparar a los estudiantes para las carreras de ingeniería, otros lo perciben como la preparación para una profesión, mientras que para algunos otros se trata de una corriente educativa que busca mejorar los conocimientos de la población sobre las componentes de STEM (Ceci y Williams, 2009). En su origen, STEM se fundamentó en razones económicas y sociales (Williams, 2011), surgiendo posteriormente su orientación educativa cuando la comunidad científica toma conciencia de la necesidad de tener ciudadanos formados en campos STEM. En las últimas décadas la fuerza laboral conectada con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas se ha ido haciendo cada vez más esencial (Siregar *et al.*, 2019). Se prevé que las ocupaciones donde predominan la ciencia y la ingeniería crecerán por encima de la tasa promedio de todas las ocupaciones, con mayor incremento de aquellas en las que intervenga la informática (Hill *et al.*, 2010). La situación de crisis financiera mundial (años 2007-2009) hizo pensar que la integración de las actividades STEM en la educación animaría a más estudiantes a interesarse por estas áreas y posteriormente emplearse en campos de ciencia e ingeniería (Williams, 2011), pero la investigación ha puesto de manifiesto que el aumento de la necesidad de personas que trabajen en campos STEM no conlleva un aumento del número de personas interesadas en estos campos, sino que, por el contrario, dicho número disminuye (Dönmez e İdin, 2020).

2. Educación STEM

El término *educación STEM* se refiere a la enseñanza y el aprendizaje en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Por lo general, incluye actividades educativas en todos los niveles, desde preescolar hasta posdoctorado, tanto en el ámbito formal (p. ej.: aulas) como informal (p. ej.: programas extracurricu-

lares) (Gonzalez y Kuenzi, 2012). La educación STEM se puede acometer en un plan de estudios completo, nuevo, o puede hacerse mediante una integración de actividades STEM en el plan de estudios existente (Bergsten y Frejd, 2019). A nivel internacional existe un movimiento en pro de la educación STEM, considerada la educación del siglo XXI, basada en el fomento de las habilidades necesarias en el futuro (Kurup *et al.*, 2019). En los últimos años ha aumentado la importancia y popularidad de la educación STEM según el número de publicaciones surgidas sobre este tópico. Una demanda creciente se observa a favor de que los ciudadanos del futuro estén alfabetizados en materias STEM y tengan conocimiento de las interrelaciones socio-científico-técnicas y su aplicación para abordar problemas de la vida real. Se trata de que todas las personas, vayan o no a trabajar en estos campos, reciban este tipo de educación, de manera que estén preparados para enfrentarse y prosperar ante los desafíos que encontrarán en su vida (Nguyen *et al.*, 2020).

La innovación educativa asociada a STEM contempla un enfoque multidisciplinar donde se aúnan ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en una sola disciplina, educación STEM integrada. Se trata de articular estas cuatro materias como una sola, en lugar de ser una organización de las cuatro en el plan de estudios (Dönmez e İdin, 2020). Este enfoque educativo se sustenta en principios, como: *a*) un rol investigador del alumnado que le exigirá planificar el trabajo, realizar búsquedas y decantarse por el material adecuado para resolver problemas reales; *b*) realizar trabajo en equipo lo cual llevará a establecer múltiples interacciones entre estudiantes; y *c*) una relación fluida profesor-alumno que propiciará que cualquier error sea subsanado con rapidez (Nguyen *et al.*, 2020). Esta práctica permite a los estudiantes explorar las diferentes disciplinas en un contexto más personalizado, lo que posiblemente les permitirá desarrollar habilidades de pensamiento crítico aplicables a todas las facetas de su vida académica y laboral. Siregar *et al.* (2019) indican que las actividades STEM fomentan las habilidades de pensamiento de los estudiantes, lo cual los llevará a desarrollar sus capacidades para analizar, evaluar, sacar conclusiones y argumentos de forma correcta y lógica sobre la resolución de problemas. Asimismo, contribuyen a mejorar la toma de decisiones y la creatividad, la autoestima, la autoeficacia, desarrollar la cooperación e interacción con los

compañeros, adquirir un aprendizaje significativo y mejorar su actitud hacia las matemáticas y la ciencia, acrecentar la capacidad de liderazgo, el espíritu empresarial, la curiosidad e imaginación, la comunicación, el acceso y uso de la información (Saraç, 2018).

Una revisión de la literatura de investigación ha mostrado que la introducción de STEM en las escuelas tiene un impacto positivo, incrementando el interés de los estudiantes en las materias que forman STEM, su participación durante la instrucción en el aula, así como la comprensión de conceptos y el rendimiento del alumnado tanto de Primaria como de Secundaria (Siregar *et al.*, 2019). Se sugiere que se realice un acercamiento a la alfabetización STEM asumida no como un proceso estático, sino dinámico, cambiante con el tiempo, que capacite a las personas para el aprendizaje a lo largo de la vida (Brown, 2012; Jackson y Mohr-Schroeder, 2018).

La literatura evidencia con frecuencia varios elementos de preocupación con relación a la educación STEM. Recogemos algunos de ellos:

- a) Falta de claridad sobre el significado de la propia expresión. A veces se ha referido a los cuatro componentes como estudios distintos, otras veces se apunta más a un enfoque interdisciplinario (English, 2017), en otras ocasiones es tratado como un plan de estudios novedoso que contempla desde la escuela primaria hasta el nivel universitario (Siregar *et al.*, 2019).
- b) Escasa motivación de los estudiantes de países desarrollados por involucrarse en aprendizajes de las materias que componen STEM. Numerosos estudios de investigación educativa han indicado que el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje STEM ha disminuido, especialmente en los países occidentales y en las naciones asiáticas más prósperas (Thomas y Watters, 2015).
- c) El trabajo en el aula revela escasa integración entre las materias que componen STEM. En ocasiones los programas no integran completamente las áreas temáticas de STEM y como resultado no proporcionan un aprendizaje científico y matemático significativo (An, 2020).
- d) Desequilibrio en el tratamiento dado a las distintas materias que intervienen en STEM. Los planes de estudio tienden a que

las materias de tecnología e ingeniería no sean consideradas tan esenciales como lo son las ciencias y las matemáticas (Wright *et al.*, 2018).

- e) Baja confianza del profesorado sobre su preparación para desarrollar un currículo STEM. Muchos maestros de Primaria se sienten poco informados sobre el contenido STEM y menos cómodos en su enseñanza que en otras materias (Adams *et al.*, 2014).
- f) Exigua presencia de la mujer en campos STEM. Las mujeres son uno de los grupos con menor representación en STEM, aunque constituyen el 50 % de la sociedad (García-Holgado *et al.*, 2019).

3. Escasa presencia de mujeres en STEM

Según la Unesco (2017), las mujeres representaban una minoría de los investigadores del mundo, y menos del 30 % de la fuerza laboral de I+D. El Ministerio de Educación y Formación Profesional, en el documento de 2021, Alianza STEM por el talento femenino, recoge los siguientes datos proporcionados, a su vez, por la Unesco:

Solo el 35 % del alumnado matriculado en las carreras vinculadas a disciplinas STEM en la educación superior en todo el mundo son mujeres, y solo el 3 % de las estudiantes de educación superior opta por las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). (p. 1)

Esta escasa participación de mujeres en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas constituye una preocupación constante para sociólogos y responsables políticos, debido a que:

[...] la infrarrepresentación de mujeres en STEM se traduce en la pérdida de una masa crítica de talento, pensamientos e ideas, lo que obstaculiza a los países alcanzar su máximo desarrollo potencial. (Stoet y Geary, 2018, p. 17)

A pesar de que las mujeres han logrado importantes avances en cuanto a su educación y su lugar de trabajo durante los últimos tiempos, incluso en campos históricamente masculinos

como los negocios, el derecho y la medicina, los logros educativos de las mujeres en las áreas científicas han sido débiles y su progreso en el lugar de trabajo muy lento (Hill *et al.*, 2010). En el caso de España, en las últimas décadas se ha producido un aumento de las mujeres que cursan estudios universitarios, pero este hecho no se ha reflejado en un aumento de su presencia en campos STEM, según señala el Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). Esta desventaja de las mujeres tiene sus orígenes en realidades que estimulan dicha situación. Factores asociados a los procesos de socialización y aprendizaje como normas sociales, culturales y de género, que influyen en la manera en que las niñas y los niños se educan e interactúan con sus padres, la familia, los amigos, los docentes y la comunidad en general (Unesco, 2017). Entre las razones dadas sobre esa precaria representación de las mujeres en materias STEM, están los estereotipos de género sobre las carreras STEM, los prejuicios de las mujeres sobre su éxito en estas profesiones y la falta de conocimiento sobre las posibilidades ocupacionales de dichas carreras, una insuficiente experiencia educativa temprana y la falta de referentes (Cheryan *et al.*, 2017).

Los estereotipos de género tienden a dar mayor importancia y valor a las profesiones «propias de hombres» y evaluar la competencia de los hombres en mayor medida que el de las mujeres (Corbett y Hill, 2015). Un área específica en la que los hombres son considerados más competentes que las mujeres son las matemáticas. Este estereotipo produce un peor rendimiento matemático en mujeres, o que las niñas evalúen sus habilidades matemáticas más bajo que los niños con logros matemáticos similares (Hill *et al.*, 2010). Este fenómeno cae dentro de lo que se conoce como *amenaza del estereotipo*.

4. Brecha de género en STEM

La *brecha de género*, según la Real Academia Española, es la diferencia entre la forma en que los hombres y las mujeres se comportan o son tratados en una sociedad, especialmente en términos de oportunidades, sueldo y estatus. La brecha de género en STEM es una de las muchas existentes en diversos ámbitos, y actualmente dicha brecha es enorme. Existe una más que notable

desigualdad en la participación de mujeres y hombres en campos STEM. Un ejemplo que ilustra este hecho en España lo proporcionan los datos que publica el Ministerio de Educación y Formación Profesional. Se refieren a los estudios de Máster según sexo y ámbito de estudio, en el curso 2019-2020. En el curso señalado, el porcentaje de estudiantes mujeres supera al de hombres (55,6% mujeres, frente 44,4% hombres). Son mayoría las mujeres en: Salud y Servicios sociales (75%); Educación (67%), Ciencias sociales, periodismo y documentación (67%); Arte y humanidades (59%); Negocios, administración y derecho (54%). Las mujeres son minoría en: Informática (23%); Ingeniería, industria y construcción (31%); Agricultura, ganadería, pesca, selvicultura y veterinaria (43%).¹ Situación similar ocurre en otros países. Por ejemplo, Cheryan *et al.* (2017) indican que en EE. UU. el análisis del porcentaje de mujeres egresadas en licenciaturas en STEM desvela dos hallazgos relevantes: a) en ciencias biológicas, química y matemáticas y estadística hay un cierto equilibrio de género, mientras que las ciencias de la computación, la ingeniería y la física están altamente dominadas por los hombres; b) la tendencia a lo largo del tiempo manifiesta aumentos en la proporción de mujeres en ciencias biológicas y químicas durante las últimas tres décadas, pero poco logro en física, ingeniería, matemáticas y estadística durante este mismo periodo.

A pesar de los esfuerzos realizados durante los últimos decenios con miras a reducir la brecha entre géneros en lo relativo a la participación en disciplinas STEM, aún persisten grandes desigualdades (Monsalve *et al.*, 2020). Las mujeres siguen estando infrarrepresentadas en las áreas STEM, tanto en la fuerza laboral como en la académica.

La investigación sobre la discriminación por motivos de género en los campos STEM ha utilizado diferentes marcos teóricos, entre los que están la teoría del sesgo de género implícito y la teoría del rol social. La teoría del sesgo de género implícito, o inconsciente, sostiene que este sesgo está muy extendido y es común, incluso entre individuos que rechazan activamente estos estereotipos (Hill *et al.*, 2010). Dicho sesgo parte del supuesto de una menor capacidad de las mujeres y mayor en los hombres

1. Fuente: Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). Igualdad en cifras. Los porcentajes se han redondeado a valores enteros.

en matemáticas y ciencias y se ha mostrado que este sesgo influye negativamente en las mujeres en los siguientes casos: *a*) en la intención y motivación para cursar una carrera en campos STEM, *b*) en el empleo en campos STEM, y *c*) evaluaciones de desempeño y avance profesional en campos STEM (Yang y Carroll, 2018). La teoría del rol social precisa un conjunto de expectativas, normas y comportamientos para mujeres y hombres. Se espera que las mujeres sean cariñosas, solidarias, orientadas a las personas y comunitarias. Por lo tanto, deberían sentirse atraídas por disciplinas coherentes con estos roles, como la docencia y la enfermería. Por el contrario, los campos STEM se asocian con normas como ser competitivo, decisivo, ambicioso y arriesgado, todas ellas «propias» de hombres. Si bien algunos analistas afirman que la cultura institucional, la discriminación y los prejuicios limitan la participación de las mujeres en la ciencia, otros observadores no encuentran evidencia de discriminación contra la mujer en los campos STEM. Atribuyen las disparidades principalmente a la situación familiar y crianza de los hijos, expectativas de género, elecciones de estilo de vida, preferencias profesionales, y elección personal, entre otros factores (González y Kuenzi, 2012).

5. Formación en STEM

En la actualidad se aboga por un cambio de modelo educativo. Se advierte de que la educación actual no prepara a los estudiantes «para las demandas del mundo y el lugar de trabajo del siglo XXI» (Gravemeijer *et al.*, 2017, p. 120) y que muchos países, incluidos aquellos con economías avanzadas, no están educando adecuadamente para desarrollar una fuerza laboral STEM sólida para el futuro (Murray, 2019). Las niñas, las mujeres y las personas menos pudientes a menudo tienen escaso y más deficiente acceso a la educación y las carreras STEM. Este hecho es grave, dado que los estudiantes que no adquieran habilidades STEM no tendrán en el futuro las mismas oportunidades de ingresar en profesiones que requieran alfabetización matemática, científica y tecnológica que aquellos que sí las adquieran. Estas habilidades deberían desarrollarse desde el inicio de la escolarización. Partiendo de que las primeras experiencias de los niños

tienen gran influencia en su vida, es acertado aprovechar las oportunidades que tienen en sus primeros años para que se sientan incluidos y empoderados en el aprendizaje STEM.

Aunque el énfasis en la enseñanza de la ciencia se coloca principalmente a partir del nivel de Educación Secundaria, los grados de Primaria son un momento valioso para desarrollar atracción de los estudiantes hacia STEM que no se debería desaprovechar. La investigación ha mostrado que el interés de los estudiantes por las ciencias disminuye significativamente a medida que avanzan en los grados de Primaria (Kurup *et al.*, 2019), una exposición temprana mediante experiencias apropiadas puede influir y fomentar el interés de los estudiantes en STEM. Implementar conceptos STEM en el plan de estudios de la escuela primaria implica enseñar a los estudiantes a través del aprendizaje basado en resolver problemas. No se les debe privar de este tipo de actividades, ya que dichos estudiantes poseen conocimientos y habilidades para participar en contenido STEM apropiado y puede que, a su vez, experimenten vocación hacia estas materias.

A nivel mundial existe la tendencia a disponer de escuelas centradas en STEM y profesorado competente para dichas escuelas. Estos intentos han puesto de manifiesto grandes desafíos. Uno de los desafíos gravita en la formación de los docentes, potenciales y en servicio. Los profesores precisan desarrollar el conocimiento necesario para poder realizar su labor en STEM convenientemente (An, 2020). Todos los docentes necesitan contar con las oportunidades adecuadas de desarrollo profesional y deben ser preparados para guiar a sus estudiantes hacia la adquisición de conocimientos STEM (Kennedy y Odell, 2014). Los profesores en formación deben prepararse minuciosamente para incorporar iniciativas STEM en el plan de estudios existente, dondequiera que enseñen (Kurup *et al.*, 2019), ya que las bases para un cambio educativo se asientan en la preparación de los futuros maestros. También los profesores en ejercicio requieren de la formación específica en campos STEM que la gran mayoría de ellos no poseen. Muchos tienen acceso limitado a los materiales de instrucción, las herramientas y la tecnología que necesitan. A veces, los estudiantes están tecnológicamente más avanzados que los profesores, lo que les pone en gran desventaja en el aula. El profesorado debe dominar las áreas STEM para generar

confianza en sus estudiantes. Cuando los profesores se sienten eficaces en una disciplina tienen más probabilidades de involucrar a los estudiantes en esa disciplina.

Otro gran desafío para la educación STEM es la falta de modelos sobre cómo enseñar utilizando este enfoque (Siew *et al.*, 2015). Los docentes necesitan conocer cómo pueden integrarse las diferentes disciplinas en una sola de manera efectiva mientras que al mismo tiempo se asegura la integridad de cada una de ellas (English, 2017). Las investigaciones han mostrado las dificultades que encuentran los docentes para establecer vínculos adecuados entre los dominios STEM y se advierte de la existencia de programas que son simplemente un barniz STEM, es decir, donde no se integran las disciplinas y, por lo tanto, pueden carecer de un aprendizaje importante. El proceso de integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en contextos reales no es sencillo de llevar a cabo, puede ser tan complejo como los desafíos globales que exigen una nueva generación de expertos en STEM (Kelley y Knowles, 2016). Un enfoque más moderado que la integración puede ser equivalente a la interacción entre dichas materias (Williams, 2011). La interacción permite desarrollar y fomentar vínculos transversales en un contexto en el que se respeta la integridad de cada una de las materias. La interacción proporciona vínculos entre las materias cuando la justificación para ello está clara a juicio de los profesores y es pertinente para mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes. La interacción respeta la integridad de las materias implicadas evitando situaciones como las señaladas por English (2017), quien indica que la educación STEM tiende a colocar las matemáticas en un segundo plano, relegándolas al soporte de contextos STEM, en lugar de ser importantes por derecho propio.

6. Experiencia de implementación de actividades STEM

Con el objetivo de instituir una experiencia de enseñanza/aprendizaje de STEM, entendida como un área multidisciplinar, y teniendo en cuenta la carencia de mujeres que se decantan por una formación relacionada con ella, durante el año 2019 se im-

plementa en diferentes universidades españolas un programa llamado «Quiero ser Ingeniera». El programa consta de tres fases. La primera fase se desdobra con dos objetivos; por una parte, se pretende llevar a los centros educativos información acerca de la importancia de la educación STEM en todas las etapas educativas y, por otra, se pretende llamar la atención y prender el interés de los propios escolares en edades comprendidas entre los 12 y los 15 años sobre las áreas implicadas en STEM. Para cumplir con el primer objetivo, se programan una serie de entrevistas y charlas informativas en los centros educativos, dirigidas principalmente a los docentes, responsables de equipos de orientación y en general a los miembros que conforman el ecosistema educativo y de referencia de los escolares. En estas charlas se ofrece información acerca de la formación en disciplinas STEM y sobre el papel relevante que va a jugar para el futuro de los escolares, debatiendo propuestas para fomentar el interés, especialmente el de las chicas, hacia este tipo de disciplinas. Para el segundo objetivo de esta primera fase, se realiza una actividad de promoción y publicidad de las áreas STEM entre los escolares. El formato de esta actividad es el de una feria, con diferentes talleres y charlas a lo largo de una mañana donde se procura un acercamiento a las disciplinas STEM desde la experimentación y la observación de fenómenos llamativos y curiosos.

La segunda fase del proyecto tiene por objetivo procurar una experiencia algo más tranquila y reflexiva a las escolares que tienen interés por conocer de forma más profunda algunas ideas propuestas en la feria. Se elige como población objeto de esta actividad a las chicas interesadas, dándoles la posibilidad de realizar prácticas de ingeniería dentro de las propias dependencias de los centros de investigación y departamentos asociados a la Universidad. Así, diferentes grupos reducidos de chicas, jóvenes estudiantes de Educación Secundaria, tienen la oportunidad de participar, a lo largo de una jornada, en algún proyecto relacionado con las áreas STEM.

La tercera fase tiene por objetivo brindar una experiencia completa de aprendizaje STEM, entendido en el sentido que le dan Dönmez e İdin (2020). Es una actividad dirigida solamente a chicas preuniversitarias y consiste en la participación en un campamento de verano de una o dos semanas de duración, enfocado a la elaboración por grupos de un proyecto de ingeniería

completo. Los proyectos se abordan en pequeños grupos y son guiados por un equipo de profesionales, pero en todo momento la búsqueda de soluciones y la implementación de mejoras está a cargo de los grupos de chicas participantes.

Las tres fases del proyecto se implementan en 6 universidades públicas españolas, al amparo de financiación específica del Instituto de la Mujer y para la Igualdad de Oportunidades. Una de las universidades participantes es la Universidad de Granada. En ella, la implementación de este programa se lleva a cabo durante los meses de enero a septiembre de 2019. Tras su desarrollo y posterior evaluación, la responsable del proyecto pone de manifiesto los puntos fuertes y débiles encontrados.

Como debilidades, se destaca la existencia de una gran animadversión por parte de los equipos docentes a su participación en debates y charlas de sensibilización. Se produce en la primera fase una gran tasa de rechazo a la participación. De 60 contactos efectivos con centros educativos, solamente se consigue trabajar en esta fase con 19 de ellos. Entre los motivos más comunes para el rechazo de la actividad, aparece un gran porcentaje que aduce falta de tiempo para realizar esta actividad (45%), así como centros que indican que ya están trabajando en estos objetivos de forma autónoma y no consideran necesaria esta actividad (32%). Otras razones dadas son: existencia de un calendario de actividades completamente cerrado, en el que no es posible admitir actividades no programadas desde principio de curso (17%); oposición del equipo directivo a la realización de «actividades feministas», por considerarlas sesgadas y «en contra de los hombres» (5%).

Otra debilidad detectada en la puesta en marcha del proyecto es la falta de comprensión por parte de familiares y docentes para la implementación de actividades en las que la participación está reservada a niñas (fases segunda y tercera). En la puesta en marcha de las actividades dirigidas solamente a chicas, la exclusión de los chicos provoca reacciones en la comunidad educativa y el entorno de los jóvenes. En este sentido, se recogen diferentes quejas y sugerencias alineadas con un sentimiento de extrañeza, exclusión y discriminación, quejas que llegan no de parte de los propios chicos, sino de los adultos de su entorno.

En cuanto a las fortalezas, cabe destacar que durante las actividades que están dirigidas solamente a chicas, estas manifiestan

sentirse cómodas y encuentran ventajas en el hecho de que la actividad sea exclusivamente para ellas. Una de las ventajas que refieren es el hecho de que cuando en los grupos de trabajo habituales de sus centros escolares hay chicos y chicas, ellas quedan relegadas a un papel secundario asumiendo ellos los roles protagonistas dejando poco espacio a las chicas. En segundo lugar, encuentran que en los grupos de chicas se perciben reflejadas unas en otras y se sienten más confiadas y seguras de su trabajo y sus decisiones, encontrando colaboradoras semejantes a ellas en cuanto a gustos e intereses, compañeras que son «difíciles de encontrar» en otro tipo de entornos. El organizar las actividades solamente para chicas es algo que ellas agradecen, valoran y encuentran positivo.

Por otra parte, como segunda fortaleza encontrada en el programa, está el hecho de que el personal docente e investigador que participa en los talleres y actividades del programa valoran de forma muy positiva el acercamiento mediante actividades lúdico-científicas a posibles futuros estudiantes. La interacción entre estudiantes de Secundaria y Bachillerato y personal universitario es considerada altamente relevante por ambos colectivos que la consideran muy enriquecedora.

Tras la implementación del programa completo, se llega a las siguientes conclusiones principales acerca de la puesta en marcha de este tipo de actividades:

- Abordar una alfabetización STEM que capacite a la población para la resolución íntegra de problemas es un reto para los planes de estudio actuales, en los que las disciplinas siguen estando diferenciadas en tiempos y espacios propios para cada una. Incluir en esta alfabetización medidas positivas para incrementar el interés en las chicas puede ser en ocasiones imposible de alcanzar por el rechazo habitual de la comunidad educativa.
- Implementar proyectos fuera del currículo para integrar actividades que aborden pequeños proyectos STEM puede ayudar a fomentar la curiosidad y el interés por este tipo de disciplinas.
- Las actividades dirigidas solamente a chicas para fomentar entre ellas la curiosidad y el interés por las áreas STEM, si bien son poco comprendidas por cierto sector de la sociedad, aportan efectos beneficiosos en cuanto a la autoconfianza y la au-

topercepción de las chicas que participan, incrementando en ellas el deseo de formarse y trabajar en campos relacionados con este tipo de disciplinas.

7. Reflexiones finales

En este texto hemos recogido aspectos de la educación STEM, la relevancia de potenciarla y las dificultades para implementarla. Nos hemos detenido en referir la escasa presencia de niñas y mujeres de este campo y la brecha de género existente en el mismo. Hemos recogido algunas de las voces que reclaman atraer y retener a más mujeres en la fuerza laboral STEM, requisito necesario para maximizar la innovación, creatividad y competitividad y hemos presentado las líneas generales de lo que fue un proyecto nacional cuyo objetivo general era fomentar vocaciones científicas en chicas estudiantes de Secundaria. El recorrido que hemos realizado nos permite indicar que el ascenso de la mujer en estudios STEM precisa de actuaciones como reeducar a la población en general, incluidos padres, familiares, amigos, docentes de las niñas, para ello sería necesario eliminar los prejuicios y estereotipos de género de la sociedad (importante los medios de comunicación y las redes sociales). La reeducación de padres y docentes es fundamental, ya que las expectativas de este colectivo sobre los logros académicos de los escolares a menudo tienen un sesgo de género que puede influir en las actitudes de estos escolares hacia sus preferencias.

Respecto a la enseñanza, se aconseja aplicar estrategias didácticas motivadoras en las materias STEM que las hagan atractivas para los estudiantes y desterrar los prejuicios de género dentro de este campo para crear una comunidad científica próspera, diversa y equitativa. Reclutar más niñas y mujeres para la informática, la ingeniería, las matemáticas y la física puede ser un primer paso para aumentar el número de mujeres en este campo, niñas de alto rendimiento cuya fortaleza académica es la ciencia. Asegurar, además, una retención adecuada, pues no serviría de mucho alentar a más niñas y mujeres a cursar estas materias para reducir las barreras de entrada si posteriormente se les desalienta para quedarse.

Concluimos con las palabras de Ceci y Williams (2011):

En la medida en que las decisiones de las mujeres sean tomadas libremente y las mujeres estemos satisfechas con los resultados, entonces no tenemos ningún problema. Sin embargo, en la medida en que estas opciones estén limitadas por la biología y/o la sociedad, y las mujeres no estemos satisfechas con los resultados, o el talento de las mujeres no se actualice, entonces tenemos un gran problema. (p. 5)

8. Referencias

- An, S. (2020). The impact of STEAM integration on preservice teachers' disposition and knowledge. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 27-42.
- Adams, A. E., Miller, B. G., Saul, M. y Pegg, J. (2014). Supporting elementary pre-service teachers to teach STEM through place-based teaching and learning experiences. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 18(5), 1-22.
- Bergsten, C. y Frejd, P. (2019). Preparing pre-service mathematics teachers for STEM education: an analysis of lesson proposals. *ZDM*, 51(6), 941-953.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5), 7-11.
- Ceci, S. J. y Williams, W. M. (2011). Understanding current causes of women's underrepresentation in science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(8), 3157-3162.
- Ceci, S. J., Williams, W. M. y Barnett, S. M. (2009). Women's underrepresentation in science: sociocultural and biological considerations. *Psychological Bulletin*, 135(2), 218.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K. y Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others? *Psychological bulletin*, 143(1), 1- 35.
- Corbett, C. y Hill, C. (2015). *Solving the Equation: The Variables for Women's Success in Engineering and Computing*. American Association of University Women.
- Dönmez, İ. y İdin, Ş. (2020). Determination of the STEM Career Interests of Middle School Students. *Indexing/Abstracting*, 16(4), 1.
- English (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(S1), 5-24.

- García-Holgado, A., González, C. y Peixoto, A. (2019, octubre). Bridging the diversity gap in STEM. En: *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 193-195).
- Gonzalez, H. B. y Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F. L. y Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 105-123.
- Hill, C., Corbett, C. y St Rose, A. (2010). *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*. American Association of University Women.
- Jackson, C. D. y Mohr-Schroeder, M. J. (2018). Increasing STEM literacy via an informal learning environment. *Journal of STEM Teacher Education*, 53(1), 4.
- Kelley, T. R. y Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-11.
- Kennedy, T. J. y Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Kurup, P. M., Li, X., Powell, G. y Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1-14.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). *Alianza STEM por el talento femenino*. <http://www.educacionyfp.gob.es/prensa/actualidad/2021/02/110221-alianzasteam.html>
- Monsalve, L., Yasvily, P. y Villalonga. (2020). Ciencia y Tecnología: la brecha de género en Europa y América Latina. *Atenas*, 1(49), 135-150.
- Murray, J. (2019). Routes to STEM: Nurturing Science, Technology, Engineering and Mathematics in early years education. *Int. J. Early Years Educ.*, 27, 219-221.
- Nguyen, T. P. L., Nguyen, T. H. y Tran, T. K. (2020). STEM education in secondary schools: Teachers' perspective towards sustainable development. *Sustainability*, 12(21), 8865.
- Saraç, H. (2018). The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics-STEM Educational Practices on Students' Learning

- Outcomes: A Meta-Analysis Study. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 17(2), 125-142.
- Siew, N. M., Amir, N. y Chong, C. L. (2015). The perceptions of regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(1), 1-20.
- Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M. y Capraro, M. M. (2019). The effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.
- Stoet, G. y Geary, D. C. (2018). The gender-equality paradox in science, technology, engineering, and mathematics education. *Psychological Science*, 29(4), 581-593.
- Thomas, B. y Watters, J. J. (2015). Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42-53.
- Unesco (2017). *Measuring gender equality in science and engineering: the SAGA toolkit*. SAGA Working Paper 2. Unesco.
- Williams, J. (2011). STEM education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1).
- Wright, G., Reeves, E., Williams, P. J., Morrison-Love, D., Patrick, F., Gineste, J., Mammes, I. y Graube, G. (2018). Abridged international perspectives of technology education and its connection to STEM education. *International Journal of Education*, 10(4), 31-56.
- Yang, Y. y Carroll, D. W. (2018). Gendered Microaggressions in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *Leadership and research in Education*, 4, 28-45.