

# ***Maker Education* como puente de la ingeniería en la educación secundaria**

Pedro M. Hernández-Castellano\*<sup>a</sup>, Roberto E. Araña-Suárez <sup>a</sup>, María Asunción Morales-Santana <sup>b</sup>,  
Mariana Hernández Pérez <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación, ULPGC,  
Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, ESPAÑA 35017; <sup>b</sup> Departamento de Ingeniería  
Electrónica y Automática (DIEA)/Facultad de Ciencias de la Educación (FCEDU), ULPGC,  
Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, ESPAÑA 35017

## **RESUMEN**

El siguiente trabajo pretende introducir el *Maker Education* con un grupo de alumnos de 1º y 2º de ESO de la asignatura Tecnología, con el fin de fomentar valores de trabajo colaborativo y despertar el interés por las áreas *STEAM*, intentando reducir la brecha de género. Para ello se ha desarrollado el proyecto Efecto Encadenado donde se trabaja la creatividad, el trabajo en equipo y el aprendizaje experiencial con el propósito de generar una experiencia significativa en los estudiantes. Para ello, se ha contado con la colaboración del Taller Las Cocinas, un espacio *Maker* que la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria ha abierto recientemente, donde se dispone varias tecnologías de fabricación digital. Se trata de un espacio donde se ha creado un ecosistema de aprendizaje entre estudiantes de diferentes niveles educativos, y son éstos quienes han interactuado directamente con los estudiantes de secundaria para transmitir conocimientos técnicos de manera práctica y atractiva a través de la fabricación de piezas diseñadas por los propios estudiantes de ESO. Esta actividad provocó un impacto favorable que se reflejó a través de las respuestas obtenidas en cuestionarios normalizados, que permiten aportar evidencias cuantitativas, a la escasa literatura científica referida al *Maker Education*, tan necesaria en la actualidad para atender a la demanda de profesionales en disciplinas *STEAM* que se requiere en el corto y medio plazo.

**Keywords:** *Maker Education*, Educación *STEAM*, Aprendizaje basado en proyectos, Aprendizaje experiencial

## **1. INTRODUCCIÓN**

El rápido avance de la tecnología ha hecho que la sociedad haya tenido que adaptarse constantemente a un campo que no para de evolucionar, en el que todo se sustituye y reemplaza constantemente. Este constante cambio se ve reflejado en la sociedad, en este sentido el Parlamento Europeo aprobó el concepto de Tercera Revolución Industrial en 2007<sup>1</sup> y en 2016 autores como Schwab<sup>2</sup> ya daban comienzo a la Cuarta Revolución Industrial, conocida actualmente como la Revolución Digital o Industria 4.0, la cual se sustenta en pilares como la robótica, la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IOT), la fabricación aditiva y el Big Data, entre otros<sup>3</sup>.

Recientemente se está incorporando en los currículos educativos conocimientos relacionados con el pensamiento computacional, la competencia digital, la competencia *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics*) y el uso de Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC). Algunas experiencias innovadoras que han surgido fuera de la escuela para dar respuesta a esto son *The Intel Computer Clubhouse Network* o el *Movimiento Maker*. Experiencias que buscan realizar un aprendizaje significativo, creando un sentido de comunidad y ofreciendo la oportunidad de implicarse en actividades del ámbito *STEAM* a alumnos/as y adultos<sup>4</sup>.

Con la intención de introducir estos aspectos en la escuela se propone implantar la cultura *Maker* en el alumnado a través del *Maker Education*. Buscando que el alumnado a través de acciones como jugar, experimentar, expresar, construir y conectar aprenda de una forma activa y participativa, volviéndose el constructor de su propio aprendizaje. Al mismo tiempo que se relaciona con sus compañeros/as, trabajando pilares antes mencionados y actualizando la metodología al momento tecnológico en el que nos encontramos, en el contexto de la industria 4.0. Con esta propuesta también se busca despertar vocaciones científico-tecnológicas en el alumnado, puesto que, aunque se pueda atisbar un futuro laboral marcado por profesiones científico-tecnológicas, el número de alumnos/as que se decantan por estudiar esta rama se está reduciendo, previendo con esto una falta de profesionales en este ámbito en el futuro<sup>5</sup>.

\*pedro.hernandez@ulpgc.es; teléfono 928 451896; fax 928 451484; [www.cfi.ulpgc.es](http://www.cfi.ulpgc.es)

Actualmente se pueden encontrar una gran cantidad de datos que apoyan la falta de vocaciones científico-tecnológicas en el alumnado que termina los estudios de bachillerato, por poner algún ejemplo, en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) encontramos que entre los años 2013 y 2017 todos los grados relacionados con la ingeniería o la arquitectura han presentado un descenso en el número de matriculados de hasta un 32%<sup>6</sup>. Números similares se dan en todas las carreras del ámbito *STEM* alrededor del mundo, tal es el caso que la UNESCO ha realizado proyectos para promover estas vocaciones científico-tecnológicas, haciendo hincapié en chicas y adolescentes debido a que presentan un porcentaje menor de participación en este ámbito, llegando a situaciones como la de Colombia donde solo un 26% de los profesionales pertenecientes a carreras *STEM* son mujeres<sup>7</sup>.

Con este documento se pretende generar literatura que respalde el uso y los beneficios de este enfoque, presentando los resultados obtenidos en una experiencia piloto que buscaba introducir el *Maker Education* en institutos de secundaria con el objetivo de fomentar valores antes mencionados, despertar vocaciones *STEAM* y reducir al mismo tiempo la brecha de género en el campo científico-tecnológico.

## 2. ANTECEDENTES

El movimiento *Maker* es un movimiento social compuesto por personas de diferentes perfiles a los que se conoce como *Maker*, dentro del término se incluyen aficionados, pensadores, ingenieros, diseñadores, y artistas que comparten un mismo objetivo: el diseño y la construcción de artefactos<sup>8</sup>. Este ha sido la evolución del movimiento *Do It Yourself* (DIY) y está muy relacionado con el aprender haciendo, fomentando aún más el trabajo en equipo y la generación de conocimiento en comunidad<sup>9</sup>.

Hatch en su libro *The Maker Manifesto*<sup>10</sup> recopila una serie de acciones que definen al movimiento *Maker*, las cuales son: Hacer, crear, dar, aprender, compartir, jugar, cambiar, participar y apoyar<sup>11</sup>. Basándose en estas acciones otros autores consideran que los valores del movimiento *Maker* son: diseñar, crear, aprender, compartir y mejorar<sup>12</sup>.

Halverson y Sheridan<sup>13</sup> en un artículo publicado para el *Harvard Educational Review* indicaron que el movimiento *Maker* no solo podía aportar una ayuda a la forma en la que los estudiantes adquieren los conocimientos y habilidades, sino que también podía crear oportunidades para comprometer al alumnado, generando con esto una conexión con el ámbito científico-tecnológico. Una investigación realizada por el centro de investigación de *Harvard Project Zero* establece tres características del aprendizaje que se ven mejoradas a partir del uso de experiencias educativas centradas en el movimiento *Maker*<sup>14</sup>. Primero, establece que esta experiencia crea una comunidad basada en la colaboración y el intercambio de información, conocimientos e ideas. Segundo, establece que a través del hacer (*Making*) se trabajan aspectos como la resolución de problemas, la flexibilidad del alumno/a, el aprendizaje experiencial y la curiosidad del alumnado. Por último, esta investigación habla de que mediante el uso de este movimiento el alumnado puede acceder a nuevos lugares de creación, abiertos y con herramientas de las que no disponen habitualmente las aulas. Esto hace referencia a los *Makerspace*, espacios abiertos que permiten que cualquiera pueda usarlos, fomentando siempre que los participantes compartan lo que hacen y aprendan de otros<sup>12</sup>.

Aunque la creatividad y la innovación son fundamentales en la ingeniería no hay muchas experiencias de diseño abiertas que se realicen en entornos universitarios<sup>15</sup>, esto impide que el alumnado externo a la universidad pueda implicarse en actividades de este tipo. Sin embargo, a través del uso del *Makerspace* como conector se puede crear un vínculo en el que estudiantes de diferentes etapas educativas se encuentren y compartan experiencias, ya que como decía Neumeyer y Santos<sup>16</sup> los *Makerspace* han pasado de ser espacios de trabajo a lugares donde lograr una conexión entre estudiantes, usuarios y herramientas. Davidson y Price<sup>17</sup> añaden que involucrar a los estudiantes en un proyecto en el *Makerspace* favorece el aprendizaje experiencial autodirigido, que acaba dando como resultado en el alumnado una mejora de la tolerancia al riesgo y un aumento de la persistencia en la resolución de problemas complejos, habilidades que son cada vez más importantes en el ciudadano del siglo XXI.

El movimiento *Maker* se ha desarrollado en ámbitos ajenos a la educación, viéndose involucrados adultos en el desarrollo de estas actividades. Sin embargo, en estos últimos años se ha buscado incorporar este movimiento a la educación primaria y secundaria, generando la oportunidad en los estudiantes de participar en prácticas de diseño e ingeniería, fomentando con esto la práctica *STEAM* en edades más tempranas<sup>18</sup>, dando como resultado el concepto de *Maker Education*.

No existe una definición generalmente aceptada para el concepto de *Maker Education*, Maaia<sup>19</sup> establece una relación entre el *Maker Education* y la pedagogía tras el aprendizaje basado en problemas. Martínez y Stager<sup>20</sup> establecieron como las bases de este movimiento el aprendizaje práctico, el Aprendizaje Basado en Problemas e iniciativas basadas en las artes, al mismo tiempo que vincularon este movimiento al construccionismo y al constructivismo. Otros autores como

Jurkowski<sup>14</sup> establecen que el Maker Education abarca aspectos como el movimiento DIY, la educación STEM y STEAM, el aumento de los recursos tecnológicos, el Aprendizaje Basado en Proyectos y la necesidad de que los estudiantes se interesen por vocaciones STEM.

West-Puckett define este movimiento como un enfoque que pone en primer plano el trabajo de fabricación, con el cual, a través de aspectos como el diseño y la experimentación, el retoque, la producción y la interpretación el alumno/a es capaz de aprender teoría y práctica<sup>21</sup>. Todo esto bajo la premisa de que a través de manipular materiales, ideas y objetos el alumno/a realiza un aprendizaje significativo y es capaz de asimilar mejor los contenidos.

En general, el objetivo del Maker Education es que los estudiantes apliquen principios de diseño al desarrollar ideas y construir prototipos, teniendo acceso a una variedad de equipos de diseño y fabricación<sup>16</sup>, creando oportunidades para todos los jóvenes de desarrollar la confianza, la creatividad y el interés en el ámbito STEAM a través de la creación<sup>19</sup>. Al mismo tiempo que fomentan el aprendizaje académico a través del trabajo en equipo, la experimentación y la resolución de problemas<sup>21,22</sup>.

El uso de metodologías activas como las que utiliza el Maker Education fomenta el “Aprender haciendo”, una pedagogía que pone la práctica como el pilar de cualquier proceso de aprendizaje, y que consigue que el alumno/a se encuentre siempre pensando y haciendo, dos situaciones que favorecen enormemente el proceso de aprendizaje<sup>23</sup>.

En un estudio publicado en 2014, Halverson & Sheridan<sup>13</sup> defendían que el Making estaba a punto de generar un gran impacto en las escuelas. Harlow & Hansen años más tarde afirmaban también que este movimiento estaba a punto de transformar la educación, cambiando el enfoque típico de las escuelas y dando un énfasis a la creación y creatividad<sup>24</sup>.

Sin embargo, como indica Maaia<sup>19</sup> en su tesis *The keys of Maker Education: A Longitudinal Ethnographic Study of a STEM-to-STEAM Curriculum-in-the-Making*, actualmente hay una gran falta de investigaciones cualitativas en las aulas utilizando el Maker Education, que dan lugar a una carencia en literatura que respalde el uso y beneficios de este enfoque.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

La experiencia que hemos desarrollado ha consistido en el diseño y fabricación de un efecto encadenado aplicando los valores del Maker Education. Se utilizó para que el alumnado de 1º y 2º ESO tomase contacto con el taller de tecnología y las herramientas, aprendiendo a trabajar en un espacio nuevo para ellos de forma colaborativa y siguiendo los principios del movimiento Maker, al tratarse del primer proyecto que realizan en el taller este debía ser un proyecto sencillo pero que pudiese aplicar los principios de la metodología. Un efecto encadenado es una máquina automática en la que los efectos que se producen en ella tienen lugar por sí solos a partir de un efecto inicial.

Esta experiencia se divide en cuatro etapas diferentes, la cuáles engloban las distintas fases de un proyecto tecnológico: definición y análisis del problema, búsqueda de información, diseño, planificación, fabricación, evaluación, divulgación.

En la primera etapa se le expone al alumnado el proyecto que van a realizar y se forman los equipos, indicando los requisitos de este y el cómo se va a evaluar. El alumnado además tendrá que realizar una búsqueda de información sobre efectos encadenados, identificando que es y pudiendo extraer ideas de otros proyectos similares realizados previamente en otros ámbitos o escuelas.

En la segunda etapa, la del diseño y planificación, cada equipo se encarga de diseñar el efecto encadenado que intentará construir a lo largo del desarrollo de la experiencia, a partir de ese diseño busca la forma de realizar dicha construcción haciendo uso de materiales o elementos reciclados o reutilizados. También se le pide al alumnado que diseñe una pieza que integrarán en el efecto encadenado, esta pieza posteriormente se construirá haciendo uso de las máquinas con las que cuenta el Makerspace del que disponemos en nuestro centro universitario y que será visitado por los estudiantes. Aplicando estrategias de bocetado y diseño 2D mediante software CAD y diseño 3D a través de Tinkercad.

Durante la tercera etapa el alumnado desarrolla en el aula taller del centro la propuesta planteada. También se realiza una visita al Makerspace para que el alumnado vea como se fabrican las piezas que ellos mismos han diseñado, buscando generar un impacto positivo al ver como lo que han planteado “teóricamente” se hace realidad, al mismo tiempo que comparten espacio con estudiantes universitarios. Generando con esto un aprendizaje en ámbitos diversos.

En la última etapa los alumnos/as comparten y difunden su proyecto con el resto de la clase, explicando por qué tomaron las decisiones que tomaron y contando un poco que les ha parecido la experiencia.

## Experiencia en el Makerspace Las Cocinas

Debido a la planificación del curso académico y a las pocas sesiones de clase que se tiene disponible en el momento de plantear esta experiencia se tiene que realizar una adaptación al planteamiento original de la propuesta, modificando la parte de la experiencia en la que el alumnado diseñaban las piezas que posteriormente se generarían en el Makerspace. Es por esto por lo que la pieza que se fabrica en el Makerspace fue diseñada previamente por el docente, una vez ellos visitan el espacio pueden ver como se fabrica esta pieza y en ese momento se les da la oportunidad de personalizarla, haciendo cada pieza única e involucrando al alumno/a en el diseño final de la misma.

El Makerspace utilizado para esta experiencia se conoce como “Taller Las Cocinas”. Este pertenece a la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC y cuenta con puestos de trabajo colaborativo, máquinas de impresión 3D, una cortadora láser de CO<sub>2</sub>, ordenadores con software CAD instalado y herramientas manuales.

Esta visita la realizaron dos grupos de 1º ESO, compuestos por 48 alumnos/as en dos días diferentes, un día para cada grupo, durante la visita los alumnos/as se dividían en tres subgrupos que iban rotando entre diferentes actividades organizadas en el taller relacionadas con el modelado, la impresión 3D y el corte láser.

En la actividad de modelado un alumno del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos les realizó una experiencia práctica en la que hacía uso de varios programas de diseño asistido por ordenador (CAD). A través de estos les mostraba a los alumnos/as cómo se diseñaron las piezas que se iban a fabricar ese día, además de mostrarle el diseño de otro tipo de piezas, permitiéndoles participar de forma activa sobre qué aspectos querían modificar de las mismas. Además, se les enseñó el modelo virtual y físico de algunas piezas que se encontraban en el taller, haciéndoles ver que lo que se hacía en el programa se podía llevar a la realidad.

La actividad de impresión 3D fue guiada por una contratada predoctoral en el programa QUIMEFA. En esta actividad se les dio una pequeña introducción a la impresión 3D, tocando aspectos claves pero a un nivel muy básico, con la intención de que pudieran entenderlo fácilmente. La explicación se realizaba de forma práctica haciendo uso de las impresoras que tiene el espacio. Al finalizar la explicación los alumnos/as podían llevarse la pieza que habían visto fabricarse en ese mismo momento. También se les mostró otras piezas fabricadas con impresión 3D, mostrándoles con esto la variedad de esta tecnología. Se observó un mayor interés por parte de las chicas que participaron en esta actividad, las cuales se mostraron más activas y participativas haciendo preguntas a la contratada predoctoral que estuvo a cargo de la actividad, se podría suponer que esto se debe a que las alumnas se sienten más cómodas cuando es también una chica la que guía la actividad.

El corte láser fue guiado por un estudiante del Máster de Formación del Profesorado de E.S.O. y Bachillerato con formación previa en ingeniería y que estaba desarrollando sus prácticas en ese centro educativo y su trabajo fin de máster con esta experiencia de innovación educativa. En esta actividad el alumnado veía como se fabricaban las piezas que iban a tener que integrar en el Efecto Encadenado. Al igual que con la impresión 3D la explicación que se les dio se realizó de forma práctica, con conceptos sencillos y con un nivel que pudiesen entender. Además, tal y como se había planteado, se les permitió personalizar las piezas de cada uno, enseñando a través de esto como se podían realizar modificaciones en el diseño a través del programa CAD y en la propia máquina. Durante la actividad también se les permitió involucrarse en los preparativos de la fabricación y personalización de la pieza, interactuando en el proceso directamente con la máquina.



Figura 1. Actividades de modelado, impresión 3D y corte láser durante la visita.

## 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la experiencia participaron un total de 89 alumnos/as, divididos en 48 alumnos/as de 1º ESO y 41 alumnos/as de 2º ESO, siendo 43 alumnas y 46 alumnos. Hay que constatar que por motivos de gestión del centro en el que se realizó la experiencia, el alumnado de 2º ESO no pudo realizar la visita al Makerspace. Aun así, este alumnado también recibió una pieza personalizada que posteriormente incluirían en el efecto encadenado.

Para evaluar el impacto que ha tenido la intervención en el alumnado se han realizado dos cuestionarios, ambos adaptados a la situación concreta de la experiencia. Estos cuestionarios son de carácter cuantitativo y utilizan la escala de Likert, además, incluyen una pregunta que permite evaluar aspectos cualitativos de la experiencia.

El primer cuestionario está elaborado a partir del instrumento de evaluación de la calidad de la docencia *Course Experience Questionnaire* (CEQ) [26]. Este buscaba evaluar el impacto que tuvo la salida al Makerspace, se les entregó a los alumnos/as de 1º ESO a los pocos días de realizar la salida. Se recogieron 39 respuestas de los 48 alumnos/as.

El segundo cuestionario, que se basó en el utilizado en la experiencia planteada en el artículo *Engaging High School Girls in Interdisciplinary STEAM* [27], evaluaba la experiencia general de la intervención, este se le entregó a todos los alumnos/as que participaron en la experiencia. Se recogieron 62 respuestas de los 89 alumnos/as.

### 4.1 Cuestionario salida al Makerspace

Analizando las respuestas obtenidas en este cuestionario que busca evaluar la experiencia de aprendizaje del alumnado se puede observar que de los 21 apartados solo uno de obtuvo una puntuación entre 3 y 3,5; siete recibieron una puntuación entre 3,5 y 4; diez recibieron una puntuación entre 4 y 4,5 y tres recibieron una puntuación entre 4,5 y 5. Esto hace que en total se obtuviese una media de 4,083, lo cual es aproximadamente un 8 sobre 10, que se considera una muy buena puntuación para una primera experiencia de este tipo y que consideramos que tiene distintos aspectos a mejorar.

Se puede observar que la actividad les resultó interesante y que la mayoría consideran que valió la pena realizarla, además, en general creen que les amplió su visión de la tecnología. Ningún alumno/a parece haberse sentido fuera del grupo y sienten que fue una experiencia estimulante para el aprendizaje. Sin embargo, las puntuaciones obtenidas en los apartados correspondientes al interés por el campo de estudio y la motivación parecen ser inferiores al resto.

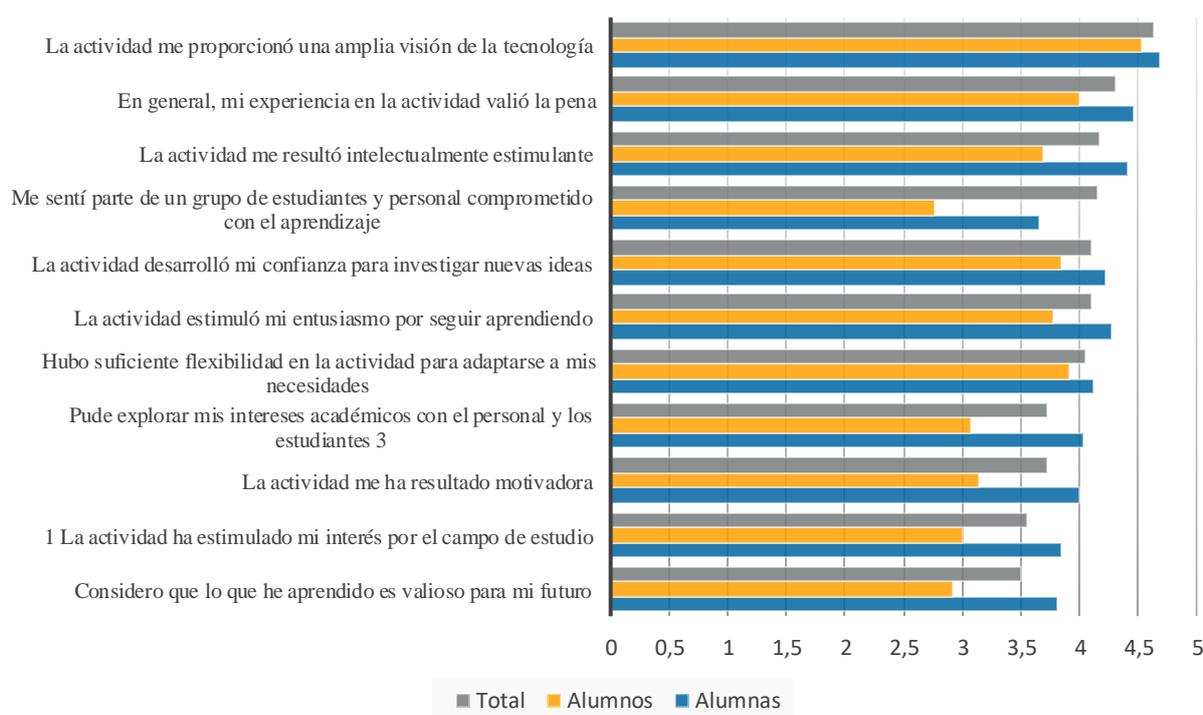


Figura 2. Respuestas más relevantes del cuestionario de la visita al Makerspace.

Debido a que el porcentaje de alumnas que participaron y respondieron a la encuesta es menor también fueron menos las que recibieron un buen impacto, sin embargo, el resultado del impacto que ha tenido en ellas es preocupante debido a que la actividad estuvo planteada para que no presentara ninguna diferencia de géneros. Aún con esto solo un 30% de las alumnas consideraron que la actividad estimuló su interés por el campo de estudio, frente a un 65% de alumnos que si la consideraron estimulante. En cuanto a la motivación, solo el 38% de ellas consideró la actividad como motivadora, mientras que el 62% de los alumnos si la consideraba así, aunque la muestra es relativamente pequeña, esta diferencia de resultados entre chicos y chicas es muy relevante.

Si complementamos estos datos con las respuestas que dieron algunos alumnos/as, podemos ver que los 34 alumnos/as que contestaron pusieron que la actividad les había parecido interesante, que se habían divertido, habían aprendido mucho y que les gustó mucho.

Se quiere destacar el mensaje dejado por una alumna que dice “Me ha gustado mucho. Nos trataron muy bien y aprendí mucho”, debido a que son varios los alumnos/as que pusieron un comentario similar a este, aunque con ligeras variaciones. Del resto de comentarios se destacan los de un alumno que puso “Me han entrado ganas de dedicarme a ello” y otro que puso “No me gustó mucho porque a mí este tema no me gusta, pero me parecía interesante”, representando con esto un alumno al que parece que esta actividad le generó un impacto muy positivo y otro que, aún sin gustarle la tecnología, consideró interesante la actividad.

#### 4.2 Cuestionario experiencia en el aula

Para llevar a cabo el análisis de las respuestas dadas por los 62 estudiantes, se ha realizado un individual de las diferentes categorías en las que se pueden agrupar las preguntas que componen el cuestionario, que se pueden dividir en: trabajar por proyectos, preferencias de aprendizaje, percepción del impacto y vocaciones. A continuación, se dejan algunos de los más interesantes.

Comenzando por la parte referente a la opinión del alumnado acerca de la realización de proyectos en clase se puede ver en la gráfica de la figura 3 que los resultados obtenidos son muy buenos, consiguiendo todos los ítems una puntuación igual o superior a 4 y obteniendo una media de 4,23.

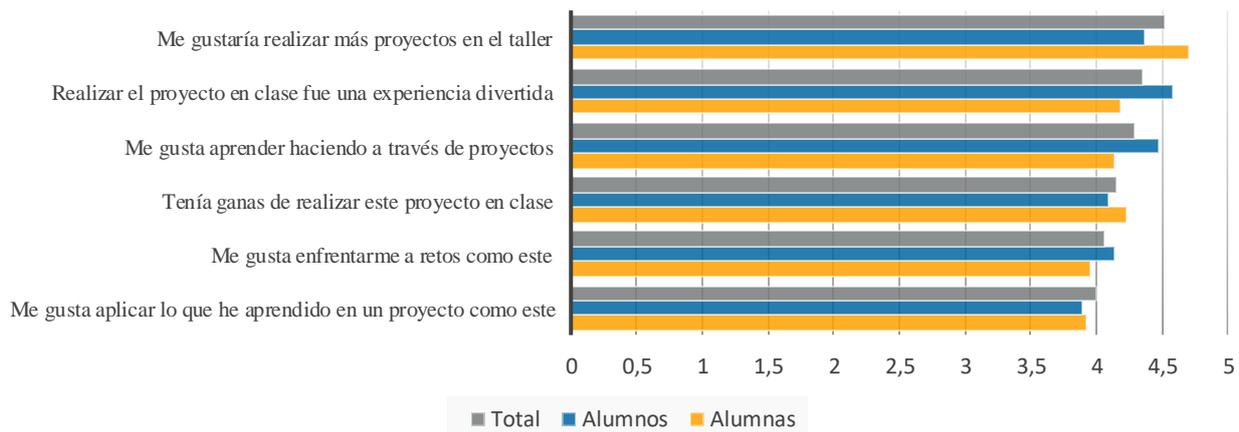


Figura 3. Respuestas de los apartados acerca de su opinión sobre trabajar por proyectos.

Como se puede observar esta gráfica, al alumnado le gustó mucho la actividad y le gustaría realizar más proyectos de este estilo en el taller, además consideran que la experiencia es divertida y al mismo tiempo aprendieron, esto puede verse complementado con algunos de los comentarios realizados, una muestra de los cuales ponemos a continuación:

- Alumno 15: “A mí me ha gustado mucho el trabajo que estoy haciendo. He aprendido a manejar herramientas.”
- Alumna 30: “A mí me gusta mucho más hacer clases de tecnología de este tipo, son mucho más divertidas y aprendo más que supuestamente prestando atención en clase. NO LO CAMBIEN POR FAVOR”
- Alumna 50: “Me divertí muchísimo, vuélvanlo a hacer”

Analizando la parte de preferencias de aprendizaje, se observa que la mayoría de los alumnos/as prefiere trabajar en grupo a de forma individual, además, de forma general creen que pueden aportar mucho cuando trabajan en equipo, aunque no muchos se identifican con el rol de líder del grupo. Dentro de las respuestas obtenidas también se puede ver que la mayoría de los alumnos/as está de acuerdo con que suelen aplicar lo que saben para solucionar los problemas a los que se enfrentan.

A través de las respuestas obtenidas se observa que la experiencia tuvo un muy buen impacto en algunos factores de autopercepción del alumnado, destacando la capacidad de utilizar herramientas, trabajar en equipo y diseñar y crear.

El apartado “Me ayudó a desarrollar estrategias para solucionar problemas” obtuvo la menor puntuación media, aunque se encuentra por encima del 3 y por lo tanto una parte de la clase si está de acuerdo o muy de acuerdo con el mismo. Nos sorprendió que presente una puntuación tan baja ya que a través de la observación sistemática se ha podido ver la influencia que ha tenido la actividad en sus capacidades para resolver problemas, las cuales creemos que se han visto mejoradas.

Otro de las puntuaciones obtenidas y que nos reafirma en lo acertado de la intervención es la de “Hizo que me interesara más por la tecnología” y “Aumentó mi motivación en la asignatura de tecnología”, ya que ambos apartados recibieron una puntuación superior a 4, es decir, que la mayoría del alumnado está de acuerdo o muy de acuerdo con esa afirmación, algo que era uno de los objetivos de esta experiencia, aumentar la motivación y el interés de la asignatura en ellos, para posteriormente poder despertar vocaciones científico-tecnológicas.

Para finalizar, en referencia a las vocaciones, se les preguntó si esta actividad podía hacer que se plantearan estudiar una carrera relacionada con la tecnología/ingeniería en el futuro, la puntuación obtenida en esta pregunta fue de 2,79, lo que nos indica que la actividad, aunque les resultó motivadora e hizo que aumentara su interés por el área, no les hizo decantarse por alguna vocación *STEAM*. Sin embargo, posteriormente fueron 38 los que seleccionaron que tienen pensado estudiar una carrera *STEAM*, siendo 9 los que seleccionaron una carrera científica, 9 una de ciencias de la salud, 12 de tecnología/ingeniería, 7 de matemáticas y 1 de artes.

## 5. CONCLUSIONES

Analizando los resultados se puede ver que esta experiencia ha tenido un cierto impacto positivo en el alumnado, consiguiendo sembrar la curiosidad en algunos de los alumnos/as que no se planteaban el área *STEAM*, además, ha servido para reforzar el interés de aquellos que ya mostraban curiosidad por el tema. Con una única experiencia de una duración tan limitada como esta no se puede generar un cambio notorio, pero se cree que se ha conseguido dar un paso para que este alumnado se plantee en el futuro la elección de la rama científico-tecnológica.

Durante el transcurso de la experiencia se vio un progreso en la mayoría de los alumnos/as, quienes comenzaron en el taller sin verse capaces de utilizar herramientas o construir maquetas y en las últimas semanas demostraban una seguridad trabajando que antes no tenían, sin embargo, al preguntarles a través del cuestionario las notas recibidas no se corresponden en su totalidad con esta percepción. También se ha identificado que su capacidad para dar soluciones se vio incrementada en el transcurso de la experiencia, aunque ellos no lo percibieran en los cuestionarios, esto se pudo observar a través del cambio que presentaban entre las primeras y las últimas sesiones. En las primeras sesiones constantemente preguntaban qué podían hacer, mientras que en las últimas eran ellos los que, de forma autónoma, buscaban una solución.

Toda la mejora percibida en el alumnado durante la experiencia es muy difícil plasmarla a través de cuestionarios normalizados ya que este no suele ser capaz de darse cuenta de la mejora que presenta, sin embargo, el docente si es capaz de ver dicha mejora. Con esto se ha recordado la aportación que hizo Maaia en la que decía que era muy difícil encontrar investigaciones cualitativas en las aulas utilizando el *Maker Education*, con esta intervención se ha visto que esta falta de literatura se cree que se debe a la dificultad de plasmar estos datos de carácter subjetivo e individual.

Además, se considera que los resultados de esta intervención ponen en manifiesto que es necesario diseñar actividades específicamente orientadas a las chicas. Con esto se busca superar prejuicios y estereotipos que capten mejor su atención y pueda motivarlas a abrir nuevas oportunidades de aprendizaje en este ámbito. Este resultado coincide con muchas de la literatura disponible acerca de la brecha de género

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de las actividades englobadas en el proyecto de investigación co-edu “Competencias transversales desde la EIIC para su ecosistema social (2020EDU20)” financiado por la Fundación Caja Canarias y la Fundación La

Caixa. Se agradece al grupo de estudiantes colaboradores del Taller de Ingeniería en Diseño Industrial, Las Cocinas, de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC por su colaboración en la preparación de esta experiencia.

También se quiere agradecer especialmente a Antonio Ramírez, por el apoyo en el desarrollo de esta actividad y la tutea durante las prácticas externas en el Colegio Sagrado Corazón de Tafira al primer autor de este trabajo, así como a este colegio por dar la oportunidad de realizar esta actividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Lastra Lastra, J. M., “Rifkin, Jeremy, La Tercera Revolución Industrial,” *Bol. Mex. Derecho Comp.* 50(150), 1457–1462 (2017).
- [2] Schwab, K., [La cuarta revolución industrial], Debate (2016).
- [3] Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D. and Garnero, P., [Industria 4.0: fabricando el futuro], Inter-American Development Bank (2018).
- [4] Berrocoso, J. V., Sánchez, M. R. F. and Arroyo, M. del C. G., “El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje,” *Rev. Educ. Distancia RED*(46) (2015).
- [5] Rubio, I., “Las matriculaciones en carreras técnicas bajan pese a la demanda laboral,” *El País* (2019).
- [6] “ULPGC - Número de Matriculados.”
- [7] Cajiao, M. C. R., Herrera, A. and Álvarez, M. M. M., “INGENIEROS SIN FRONTERAS E INGENIOSAS: ESTRATEGIAS PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA,” *Encuentro Int. Educ. En Ing.* (2021).
- [8] Kwon, B.-R. and Lee, J., “What makes a maker: the motivation for the maker movement in ICT,” *2, Inf. Technol. Dev.* 23(2), 318–335 (2017).
- [9] Cardona Liberado, N., Mileida Rodríguez, B. and Páez Fajardo, E., “Una experiencia pedagógica significativa basada en los principios del Movimiento ‘Maker’ enfocada al fortalecimiento de las competencias tecnológicas y la integración de las TIC” (2019).
- [10] Hatch, M., [The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkers], McGraw Hill Professional (2014).
- [11] Domínguez, F. and Antequera, J. G., “El movimiento Maker como ecología de aprendizaje: estudio del caso Gumiparty,” *CIAIQ 2017 1* (2017).
- [12] Dougherty, D., [Free to make: How the maker movement is changing our schools, our jobs, and our minds], North Atlantic Books (2016).
- [13] Halverson, E. R. and Sheridan, K., “The maker movement in education,” *4, Harv. Educ. Rev.* 84(4), 495–504 (2014).
- [14] Jurkowski, K. G., “Teachers’ Experiences with Learning through Making” (2019).
- [15] Forest, C. R., Moore, R. A., Jariwala, A. S., Fasse, B. B., Linsey, J., Newstetter, W., Ngo, P. and Quintero, C., “The Invention Studio: A University Maker Space and Culture,” *Adv. Eng. Educ.* 4(2), n2 (2014).
- [16] Neumeyer, X. and Santos, S. C., “Makerspaces as learning sites at the intersection of engineering and entrepreneurship education,” *Int. J. Eng. Educ.* 36(4), 1295–1301 (2020).
- [17] Davidson, A.-L. and Price, D. W., “Does your school have the maker fever? An experiential learning approach to developing maker competencies,” *Learn. Landsc.* 11(1), 103–120 (2017).
- [18] Martín, L., “The promise of the maker movement for education,” *1, J. Pre-Coll. Eng. Educ. Res. J-PEER* 5(1), 4 (2015).
- [19] Maaia, L. C., “The Keys to Maker Education: A Longitudinal Ethnographic Study of a STEM-to-STEAM Curriculum-in-the-Making” (2018).
- [20] Martínez, S. L. and Stager, G., “Invent to learn,” *Mak. Tinkering Eng. Classr. Torrance Can. Construting Mod. Knowl.* (2013).
- [21] West-Puckett, S. J., “Materializing makerspaces: Queerly composing space, time, and (what) matters” (2017).
- [22] Herold, B., “The Maker Movement in K-12 Education: A Guide to Emerging Research,” *Educ. Week* (2016).
- [23] Bevan, B., Gutwill, J. P., Petrich, M. and Wilkinson, K., “Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice,” *1, Sci. Educ.* 99(1), 98–120 (2015).
- [24] Harlow, D. and Hansen, A., “School maker faires: This event blends next generation science standards goals with the concepts of the maker movement,” *Sci. Child.* 55(7), 30–37 (2018).