

# MÁSTERES de la UAM

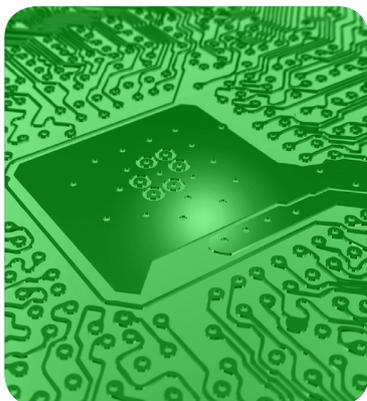
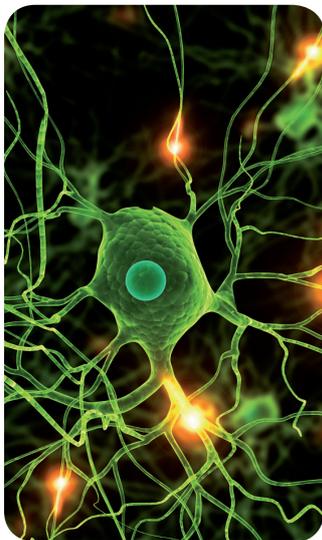
Facultad de Formación  
de Profesorado  
y Educación / 15-16

Tecnologías  
de la Información  
y la Comunicación  
en Educación y Formación



**Pensar, diseñar,  
crear: los pilares  
de la filosofía  
maker aplicados  
al entorno escolar**

*Patricia Escabias  
Prieto*



Máster en Tecnologías de la Información y Comunicación en Educación y Formación  
Trabajo Fin de Máster (TFM)  
Septiembre 2016

# PENSAR, DISEÑAR, CREAR

## LOS PILARES DE LA FILOSOFÍA MAKER APLICADOS AL ENTORNO ESCOLAR

**Autor/a:**

**Patricia Escabias Prieto**

patricia.escabias@estudiante.uam.es

Universidad Autónoma de Madrid

**Tutor/a:**

**Ángeles Gutiérrez García**

nines.gutierrez@uam.es

Universidad Autónoma de Madrid

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ANÁLISIS DEL CONTEXTO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Estado actual del tema.....	4
2.2. Antecedentes.....	6
2.3. Definición de términos.....	11
<b>3. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>5. ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS .....</b>	<b>15</b>
5.1. Descripción del proyecto EMC .....	15
5.2. Destinatarios y responsables .....	16
5.3. Acciones a realizar.....	18
5.4. Organización temporal .....	19
5.5. Recursos y presupuesto.....	21
<b>6. EVALUACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>7. SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO .....</b>	<b>26</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>28</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>31</b>

## **INTRODUCCIÓN**

El proyecto Espacio Maker Class (EMC) surge de la necesidad de cambiar el rol educativo de los principales agentes de un centro escolar, alumnos y docentes, de consumidores y transmisores de la información, respectivamente, a creadores (“makers”) y guías educativos.

Echando la vista atrás, hasta hace un siglo, la educación en los centros educativos tenía la misma estructura que la actual: un profesor, como único portador del conocimiento, transmite el contenido de cada asignatura a sus alumnos y éstos consumen esta información, sin aplicarla más que en una prueba escrita. Hace un siglo, también existían los libros, para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de alumnos y docentes; hoy en día, los libros, lejos de desaparecer, siguen siendo el principal material de apoyo al contenido, acompañados por las nuevas tecnologías, utilizadas como soporte de estos recursos tradicionales, para redactar trabajos, para ver vídeos online, evaluar a través de plataformas... ¿realmente cambia algo con la educación de hace un siglo?

Estas dos situaciones, el hecho de que la enseñanza tradicional otorgue mayor importancia a la memorización y reproducción de modelos que a la creatividad, autonomía y exploración, y el uso tan poco significativo y experiencial de las nuevas tecnologías en el aula, se originan por varias causas: los centros educativos mantienen sus metodologías y recursos tradicionales, sin mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y el desconocimiento de los docentes por las posibilidades que pueden brindar las nuevas tecnologías, para favorecer la adquisición de competencias y utilizarlas de forma interdisciplinar.

El proyecto EMC se presenta como una posible solución a estos problemas, otorgando a las nuevas tecnologías una nueva función educativa y una herramienta para impulsar las nuevas metodologías de aula. En los Centros donde se implemente el proyecto, se creará un EMC, un espacio impregnado de la filosofía maker, una filosofía que apuesta por la manipulación de los elementos reales del entorno, una combinación de trabajo entre el mundo

real y físico, una filosofía que fomenta el descubrimiento, la experimentación, el “hacer” y el “crear”.

EMC se trata de un espacio que podría ser único o estar dividido en varias áreas del Centro, puesto que lo importante no será el número de espacios en el Centro, sino que los miembros de la comunidad educativa sientan que sus ideas pueden ser llevadas a cabo, compartidas, en varios espacios o en un espacio único, con el fin de usar las tecnologías para interactuar entre los dos mundos, explorar el entorno, comunicarse con los usuarios, pero, sobre todo, para crear, diseñar, imaginar, compartir, desarrollar las distintas competencias, y trabajar de forma autónoma atendiendo a los intereses y necesidades de cada persona, situando al alumno en el centro de su propio aprendizaje y al profesor como guía de dicho proceso.

## **ANÁLISIS DEL CONTEXTO**

### **Estado actual del tema**

El desarrollo de las nuevas tecnologías ha alcanzado un gran auge en los últimos años, con la aparición de smartphones, tablets, impresoras 3D, etc. Gracias a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han ido conformando espacios de aprendizaje informales, enmarcados en las experiencias cotidianas, como los videojuegos, la realidad virtual, los cursos online, los foros y muchos otros espacios donde los usuarios continúan sus actividades “físicas” del día a día de su vida.

Normalmente, cuando se habla de un “espacio de aprendizaje” se suele pensar en centros educativos, pero estos ciberespacios de los que se ha hablado, tienen un peso educativo y de entretenimiento muy importante en la vida de una persona, pero no adquieren tanta importancia dentro del contexto escolar. El impacto de las nuevas tecnologías está presente en la mayoría de actividades humanas y contribuye al cambio que se produce en el trabajo, la familia y la educación (Gallardo-Echenique, 2012).

La introducción de las TIC en el ámbito educativo, según Gallardo-Echenique (2012) se enmarca por una situación de cambios en los docentes y estudiantes en los entornos y escenarios de aprendizaje, en sus modelos y concepciones. Estos cambios ofrecen la posibilidad de transformar las aulas en entornos de aprendizaje más atractivos, colaborativos y productivos, que se pueden personalizar según las necesidades específicas, los intereses y las preferencias de aprendizaje del estudiante (Gallardo-Echenique, Marqués y Bullen, 2014).

En cuanto a los docentes, Fernández Muñoz (2010) señala que los avances tecnológicos han situado a la sociedad ante un nuevo paradigma de la enseñanza que da lugar a nuevas metodologías y nuevos roles docentes. Trigueros Cano (2012) está de acuerdo en que el profesorado ya no puede basarse en las tradicionales clases magistrales, sino que tiene que implementar, entre otras cuestiones, el uso de las TIC en el aula, en gran medida por su función motivadora y su componente lúdico, así como por su utilidad para el fomento de la autonomía del estudiante en la búsqueda de recursos y el tratamiento de la información, una de las competencias básicas.

Estos nuevos retos a los que se enfrenta la educación y que incluyen las herramientas TIC actuales y futuras, se describen en el Informe Horizon, que analiza los diferentes retos y tecnologías más significativas en el campo educativo, desde la actualidad a largo plazo (cinco años en adelante). Resulta interesante ver la evolución de las distintas prácticas y tendencias educativas a corto y largo plazo, pues acerca a la comunidad al futuro y a prepararse para enfrentarse a estos nuevos retos.

El resumen del informe Horizon (Edición 2015, Enseñanza Primaria y Secundaria), identifica y describe seis tecnologías emergentes que tendrán un impacto significativo en los centros educativos en los próximos 5 años. A corto plazo (entre 2016 y 2017) se definen dos tecnologías emergentes: "Trae tu propio dispositivo" y los Makerspaces. A medio plazo (2017 a 2019) emergen la impresión 3D y las tecnologías de Aprendizaje Adaptativo.

## Antecedentes

En los últimos años, se ha producido una revolución en las TIC que ha ampliado las posibilidades de comunicación que anteriormente ofrecían las tecnologías tradicionales; y de manera particular, han impactado en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, las estrategias de enseñanza, los roles que desempeñan los docentes y los estudiantes, etc. (Gallardo-Echenique, 2012; Maldonado, 2007). En la concepción del sistema escolar tradicional del s. XX, el aprendizaje sólo tenía lugar dentro del aula, pero en el s. XXI surgen nuevos desafíos, la tecnología digital y las nuevas formas de recibir, procesar, crear y distribuir información multimedia han generado nuevos entornos de aprendizaje y modificado sustancialmente los existentes (Hernández y Sancho, 2014; Vega-Moreno, Cufié, Rueda, Llinás, 2016).

Aparecen nuevas maneras de relación y comunicación entre los alumnos y docentes (García Valcárcel y Basilotta, 2015) que implican dejar a un lado la enseñanza mecánica y memorística para centrarse en un trabajo más retador, complejo y motivante.

La incursión de estas nuevas tecnologías emergentes en la educación no es tarea fácil, tal como señalan Lozano y García (2014) las instituciones llevan a cabo acciones correspondientes para incorporar estas tecnologías al proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de generar estrategias que permitan facilitar a los docentes la incorporación de las TIC en las aulas. Sin embargo, gran parte de las estrategias planteadas sólo cubren el aspecto funcional de la tecnología, pero no su incorporación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Según Gros (2015), hubo un tiempo en el que pensamos incluso que introducir tecnología en el aula, supondría que ésta sería utilizada y que, al ser utilizada, entonces, transformaría la educación. Una visión excesivamente *naif* y determinista, resultado de una noción simplista que veía la tecnología casi exclusivamente como un vehículo hacia la eficiencia.

La realidad es que las tecnologías todavía deben cambiar las formas tradicionales de enseñanza que han marcado las aulas durante años. A pesar de que las tecnologías se han incorporado en las clases, su impacto es menor del esperado produciendo, en muchos casos, el fortalecimiento de enfoques tradicionales a través de nuevos medios instrumentales (Area, 2011; Cuban, 2015).

Según Martín Rodríguez (2014), las TIC pueden suponer una buena herramienta para iniciar nuevos proyectos educativos, fomentando la creatividad y la colaboración a través de y con la tecnología. Lo relevante de estos proyectos no es el resultado, sino el proceso. Es durante el proceso donde se advierte la influencia de los creadores y usuarios en el proyecto y como éste va moldeando la experiencia colaborativa.

La actividad, la implicación y el protagonismo de los estudiantes en su propio aprendizaje, lleva a éstos a trasladar su actitud participativa a los entornos formales, y a superar, por lo tanto, el papel de receptores pasivos que les asigna la enseñanza tradicional (Vega-Moreno *et al.* 2016). En este nuevo escenario educativo en el que las TIC están presentes en las aulas, según Leiva y Moreno (2015) se pueden aprovechar sus múltiples posibilidades didácticas y formativas, permitiendo la puesta en marcha de metodologías más activas, flexibles y dinámicas acordes con un nuevo planteamiento educativo bajo un paradigma constructivista, asumiendo nuevos roles el profesorado y el alumnado.

Esta nueva práctica educativa que sitúa al alumno como protagonista de su propio aprendizaje, se enmarca en la filosofía del “aprender haciendo” (en inglés, “Learning By Doing”). Rodríguez y Ramírez (2014) señalan que esta metodología de aprendizaje proviene de la corriente constructivista que tiene su fondo en el aprendizaje en contra de los enfoques fundamentados en la enseñanza. Así, esta metodología pedagógica se aleja de las técnicas didácticas basadas en la recordación o memorización y se acerca a las técnicas del saber haciendo. *Aprender haciendo* no es un concepto novedoso, pues desde Aristóteles se cita que “lo que tenemos que aprender a hacer, lo aprendemos haciendo”.

Según Borgnakke (2004), en la metodología Learning By Doing, el estudiante extrae sus propios conocimientos de forma:

- **Reflexiva**, utilizando como materia prima la experiencia y conocimientos de las personas implicadas, induciéndole a pensar y aprender de sí mismo y de los compañeros, mediante la deducción, la intuición y la creatividad.
- **Participativa**, ya que el aprendizaje y el cambio son construidos por todos los participantes a partir de la experimentación, con las aportaciones de todos los interesados.
- **Práctica**, porque los asistentes trabajan sobre su propia realidad percibida, sobre sus límites y potencialidades, para que las conclusiones tengan una aplicación directa en sus intereses y objetivos.
- **Estimulante**, gracias a que la exploración se hace en buena medida en clave reto y en un ambiente que propicia un estado de apertura mental.
- **Flexible**, porque se adapta a las necesidades y posibilidades de los estudiantes.

Vaca-Barahona, Cela-Ranilla y Gallardo-Echenique (2016) sugieren que paralelamente a la idea de construcción conjunta del aprendizaje, va ligada la idea de crear un espacio donde los estudiantes puedan aprender de manera activa y, sobre todo, de la forma que mejor se adapta a la manera natural de aprender de cada uno.

Estos espacios reciben el nombre de “makerspaces” basados en la metodología de Learning By Doing, fundamentada en el aprendizaje significativo y en que las tareas estén relacionadas y sean coherentes con el modo en que los estudiantes tendrán que emplear sus conocimientos y habilidades dentro y fuera del aula (Fernández Martínez, Pérez, Grao, González Badillo, Porcel, Tamayo, 2012).

Estos “makerspaces” o espacios maker forman parte de la filosofía y cultura maker, en los que predomina el Learning By Doing como principal metodología. Las distintas iniciativas que surgen bajo este contexto da lugar al “movimiento maker”. Según Oliver (2015), uno de los principios de este movimiento consiste en ofrecer a los niños oportunidades para crear y aprender a partir de sus pasiones, así como en crear una comunidad conectada de “makers” que comparten ideas y resultados para aprender colectivamente los unos de los otros.

Dentro de esta cultura maker hay varias iniciativas educativas muy importantes, otorgando una importancia especial a la educación STEM (science, technology, engineering & mathematics) que, según Oliver (2015) contiene disciplinas prioritarias que hay que desarrollar en los niños y jóvenes, como por ejemplo el acceso a herramientas de aprendizaje de robótica, programación y hardware y un interés en el *design thinking*, que enfatiza que los niños resuelvan problemas reales buscando soluciones innovadoras

El “movimiento maker” en la educación se basa en la teoría constructivista: en lugar de simplemente ser entrenados en las escuelas, los niños pueden adquirir la capacidad de resolver sus propios problemas, de una forma más independiente y autónoma (Ochoa, 2016). La cultura maker, o el movimiento maker, da lugar una nueva revolución educativa, según Dougherty (2010), que trae consigo:

- Mejora del aprendizaje a través del uso de las TIC y el enfoque del “Learning By Doing”.
- Metodologías alternativas y complementarias para el desarrollo de competencias STEAM.
- Nuevos movimientos y asociaciones para el desarrollo de habilidades del s. XXI.

Dougherty (2010), concebido como el impulsor de la filosofía o el movimiento maker, señala algunas ideas para desarrollar la cultura maker en el campo educativo, como por ejemplo crear un contexto en el que se desarrolle la mentalidad “maker”. Todas sus aportaciones pueden verse en el anexo 9, en versión original (inglés).

Vega-Moreno et al. (2016), afirman que si por algo es interesante la cultura maker es por la ideología activa y participativa que lo impregna; por su potencial de integrar formas y entornos de aprendizaje, por su poder transformador de la educación ubicua. Martínez y Stager (2013) fueron pioneros en presentar la energía, herramientas, innovación y creatividad del movimiento “maker” como un instrumento para la reforma de la escuela.

Los makers al igual que los artistas “necesitan crear”, entregados en un proceso de exploración continua de lo “que pueden hacer y pueden aprender a hacer”, ambos motivados por objetivos internos y ajenos a recompensas extrínsecas (Cilleruelo y Zubiaga, 2014).

La creatividad, punto clave de la filosofía maker, y esencial para poder crear cualquier objeto u elemento, se desarrolla a través de distintas áreas y prácticas, sobre todo las de las artes. El *movimiento maker* puede suponer un modo de integración de las artes en el sistema educativo dentro de la corriente “STEM to STEAM”. Cilleruelo y Zubiaga (2014), conciben esta combinación como un nuevo marco de aprendizaje donde la curiosidad y el interés personal se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones a los problemas, empoderando la imaginación y prestando especial atención al proceso de experimentación colaborativa, o *making*.

Este modelo reivindica un ámbito de investigación educativa transdisciplinar y transpersonal apoyado en comunidades físicas y virtuales (*makerspaces*) cuya base principal sea: el acceso abierto al conocimiento (*sharing knowledge*) orientado a un aprendizaje compartido (*sharing learning*) y entre iguales (*peer-learning*). La necesidad de crear *makerspaces* o espacios físicos y virtuales para la experimentación y la creación, fabricación de objetos con nuevos y viejos materiales (*low/high tech*). Por ello es fundamental incrementar aquellos recursos y redes de aprendizaje que permitan esbozar recorridos curriculares personalizados basados en los intereses personales, y la curiosidad como guía del conocimiento como queda evidenciado en el paso del STEM to STEAM. (Cilleruelo y Zubiaga, 2014, p. 15).

La filosofía maker se implementa en el contexto educativo a través de todas estas iniciativas, como son la metodología Learning By Doing, el desarrollo de las competencias STEAM y la creación de un Espacio Maker en el que trabajar la creatividad, la cooperación, la comunicación, entre otros. En este nuevo contexto el papel que debe adoptar el profesor es el de experto en contenidos y guía del alumno, el de mediador en la construcción del conocimiento por parte de los alumnos, y sus propuestas deben integrar teoría y práctica, además de promover el aprendizaje cooperativo y crítico, así como el desarrollo de habilidades, competencias y actitudes (Jiménez, 2014).

Motivar a los estudiantes es esencial para un aprendizaje, una formación y un desarrollo adecuados, para lo cual las metodologías activas han demostrado ser un recurso de gran utilidad. El profesorado, entonces, debe emplear una gran variedad de estrategias y recursos didácticos para conseguir motivar al alumnado, para ser “capaz de hacer que los alumnos se entusiasmen por aprender” (De la Torre y Violant, 2001), y para ello, debe ser creativo, entendiendo que la creatividad es el motor de cualquier estrategia innovadora que esté orientada al aprendizaje.

## Definición de términos

En este apartado se contempla la necesidad de definir algunos términos utilizados en el proyecto y en el desarrollo de las actividades, para comprender mejor el contexto en el que se desarrollará EMC:

- **EMC:** Espacio Maker Class, es el nombre del proyecto. Las siglas EMC se conformaron para dar lugar a un pequeño juego de palabras con la conocida fórmula de Einstein, físico, científico, creador e inventor, cuatro de las áreas que definen el EMC.
- **Cultura Maker:** es poder crear, no necesariamente maquinas, sino procesos y herramientas a nivel de fabricación personal para hacer trabajos a escala local; es el proceso de aprendizaje de hacer algo y compartirlo con otra gente (Cuartielles, en *Crónica ambiental*, 2015). El movimiento de hacedores, o “maker”, al abarcar el conocimiento de

las personas que producen con sus propias manos, es uno de los ejercicios más relevantes de democratización tecnológica, de herramientas y formas de creación.

- **Makers:** Los makers o hacedores son personas que diseñan y fabrican sus propios productos mediante los nuevos programas de diseño y las impresoras en tres dimensiones con el espíritu “hágalo usted mismo” (Anderson, 2013).
- **Learning By Doing:** es una metodología basada en el aprendizaje significativo y en que las tareas realizadas estén relacionadas y sean coherentes con el modo en que los estudiantes emplean sus conocimientos dentro y fuera del aula (Fernández Martínez, et. al. 2012).
- **Makerspaces:** espacios de colaboración destinados a la realización de actividades creativas, intercambio de aprendizaje de carácter informal y espíritu de invención.
- **STEM:** Acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics.
- **STEAM:** Acrónimo de Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics. La integración de las Artes en la corriente STE(A)M nos sitúa ante un nuevo marco de aprendizaje, donde a partir de problemas deseados, de las ganas de saber, la curiosidad se convierte en motor y guía del conocimiento, un punto de partida para la exploración de diferentes soluciones en una búsqueda permanente de la satisfacción personal. Este modelo de educación provee una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real, y dirigida a la resolución de problemas (Cilleruelo y Zubiaga, 2014)
- **Design Thinking:** metodología que contempla la innovación como un enfoque holístico, donde los alumnos por medio de la tecnología y sus propios intereses o necesidades formativas convergen a través de un plan de acción diseñado por ellos mismos. Se basa en encontrar la solución más original a un problema real planteado por el docente, y para el cual tendrán que analizar la situación, establecer hipótesis y prever los posibles impactos de acción (Flores y Tena, 2016).

## **JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto pretende ofrecer a la comunidad educativa las claves para integrar la filosofía Maker en los centros escolares, adoptando los pilares básicos de esta filosofía, como pensar, diseñar y crear, para romper, así, con la idea del alumno como mero consumidor (Alfredo e Iglesias, 2016), y el profesor como único portador de conocimientos. El proyecto denominado Espacio Maker Class (EMC), se concibe como un espacio interdisciplinar, abierto y flexible, integrado en el centro educativo, en donde se realizan diferentes actividades para fomentar la creatividad, el compañerismo y la comunicación, todo ello a través del uso eficiente de las tecnologías, utilizadas con un verdadero sentido educativo, valorando el proceso y no tanto el resultado.

Se ve necesario un cambio en el proceso enseñanza-aprendizaje, situando al alumno como creador, como “hacedor”, en definitiva, como “maker”, para aprender de forma más autónoma, experiencial y compartir, de esta forma, su conocimiento con los compañeros. También, se percibe una evolución en las herramientas utilizadas en el aula, como la aparición de pantallas digitales, portátiles, tablets, entre otras, pero el uso de estas tecnologías, normalmente, va destinado a dar soporte a las explicaciones diarias en el aula, o bien para enseñar vídeos y textos a los alumnos de forma rápida. Los alumnos “consumen” esta información que les brinda las nuevas tecnologías, pero, normalmente, no crean sus propios materiales.

Según Alfredo e Iglesias (2016), la enseñanza y el aprendizaje de conceptos y habilidades relacionados con la programación, el diseño de artefactos interactivos digitales y la fabricación digital, son algunos de los grandes pilares que son necesarios en el uso libre de las tecnologías, habilitando una nueva forma de ver, interpretar y participar en el mundo. EMC pretende que estas tecnologías sirvan para diseñar y para fomentar la creatividad, para crear recursos reales y útiles para la comunidad educativa.

EMC se adapta a las necesidades e intereses de cada persona, es un espacio libre, que combina el mundo físico con el digital, con un gran valor motivacional, pues en este espacio se desarrollan multitud de competencias de forma libre, autónoma y real y cada persona es capaz de aplicar sus propias experiencias. Entre estas competencias se destacan el pensamiento crítico y la habilidad para resolver problemas, la capacidad para colaborar, la iniciativa, la capacidad de emprender, la comunicación oral y escrita, la capacidad para acceder y analizar información, la curiosidad, la creatividad y la imaginación (Oliver, 2015).

## **OBJETIVOS**

A partir del contexto expuesto anteriormente, este proyecto trata de aportar las claves de cómo integrar la cultura maker en las diferentes prácticas educativas que se dan en un centro educativo, centrando el foco de atención en el Learning By Doing o “aprender haciendo”, tratando de promover la autonomía en el aprendizaje y la comprensión del funcionamiento y comportamiento de los elementos del entorno, utilizando las nuevas tecnologías como medio de creación, comunicación y expresión, con el objetivo de fomentar un espíritu creativo y reflexivo, y utilizarlo tanto para generar contenido como para modificar la realidad.

A continuación, se presentan los objetivos que se pretenden conseguir con la implantación del EMC en las escuelas. El objetivo general es:

- Integrar nuevas formas de aprendizaje en la escuela a través de la cultura maker y el uso de nuevas tecnologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De este objetivo, se desprenden otros objetivos específicos:

- Establecer la filosofía maker en el aula y en el Centro para desarrollar y fomentar la creatividad a la hora de crear materiales y recursos didácticos que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Fomentar la cooperación y comunicación entre los alumnos a través de métodos intrínsecos a la filosofía maker.
- Utilizar las nuevas tecnologías como herramienta de interacción con el medio físico y como soporte al nuevo método de enseñanza propuesto.
- Promover la adquisición de saberes y habilidades relacionadas con el diseño y la creación utilizando dispositivos tecnológicos.
- Elaborar herramientas y materiales necesarios para apoyar a docentes y estudiantes desarrollando la competencia digital.

## **ESTRATEGIAS Y ACTIVIDADES**

### **Descripción del proyecto “ESPACIO MAKER CLASS” EMC**

El presente proyecto se basa en la creación de un Espacio Maker Class (EMC) dentro del centro educativo. Dicho espacio recogerá diversos elementos, metodologías y herramientas relacionados con la filosofía maker, destinados a la mejora del proceso enseñanza y aprendizaje del alumno y a fomentar una red de aprendizaje dentro de la comunidad educativa. Se trata, pues, de un punto de encuentro entre alumnos, docentes y familias donde poder compartir ideas, comunicarse, construir, diseñar y crear.

El proyecto EMC es un espacio dinámico y flexible, que recoge a toda la comunidad educativa, dotado de nuevas tecnologías sin dejar de lado la experimentación, la investigación y la manipulación con objetos reales y cotidianos. El Colegio podrá conformar su propio EMC y dotarlo con las tecnologías de que crea conveniente para enriquecer los procesos de aprendizaje, investigación, trabajo en equipo, comunicación y producción. EMC puede servir de apoyo para realizar trabajos de las diferentes áreas educativas, ya sea un proyecto por parte de los alumnos o la creación y diseño de materiales curriculares por parte de los docentes. A través de este espacio se trabajarán distintas metodologías, en especial el Aprendizaje Basado en Proyectos, el trabajo cooperativo y el “Learning By Doing”, muy arraigados en la cultura maker.

Por otro lado, EMC puede significar un punto de acceso para la formación docente en nuevas tecnologías y prácticas educativas, y un espacio de invitación de expertos que podrían compartir experiencias con los demás docentes. También se pueden llevar a cabo talleres y actividades que ayuden a los alumnos, familias y docentes a desarrollar el pensamiento creativo, pensamiento lógico, competencias artísticas y comunicativas, así como la capacitación en el uso de nuevas tecnologías, como impresoras 3D, robótica y herramientas de creación multimedia. Algunas de estas actividades pueden ser la creación de una Biblioteca 3D, una Zona Multimedia de Creación (ZMC), taller de diseño de videojuegos, etc. (estas actividades pueden consultarse en los anexos 1-8).

El proyecto EMC pretende fomentar la capacidad de crear de cada una de las personas, atendiendo a los intereses y habilidades de cada uno, compartiendo dichos saberes con la comunidad y situando al centro educativo como un punto de referencia para la comunidad “maker”, así como integrar nuevas formas de aprendizaje en el aula a través de los pilares básicos sobre los que se sustenta la cultura maker: pensar, diseñar y crear.

### **Destinatarios y responsables**

El proyecto EMC está destinado a implantarse en centros educativos de enseñanza Primaria y/o Secundaria, sin abandonar la idea de poder extraer la esencia del proyecto para poder implementar dicho espacio en un entorno universitario u otros entornos formales. Este espacio irá destinado a alumnos, docentes y familias.

El equipo directivo será el principal responsable de impulsar el proyecto. Para poder llevarlo a cabo, primero, se debe comentar la propuesta con el equipo directivo, consultar las características del Centro, se tiene que seleccionar los espacios maker y las actividades a realizar, así como el presupuesto del que se dispone para adquirir equipo tecnológico, mobiliario, etc. Una vez realizado un plan de viabilidad basado en un análisis de las características del Centro, se hablará con el equipo docente para recopilar opiniones, ideas, y para sopesar cómo será utilizado este espacio.

La idea es que el EMC sea un espacio abierto a todo el Centro, donde poder crear con libertad, de forma individual y grupal, y que estas creaciones puedan ser compartidas y modificadas por otros. Es posible que, en varias ocasiones, a la hora de realizar una actividad programada por algún profesor, se necesite reservar una zona concreta del espacio para trabajar, en este caso se podrá elaborar un horario Maker, que podrá realizarse vía online o inscribiéndose en el listado. Los profesores y alumnos que requieran de las zonas podrán usarlas, apuntándose y rellenando la casilla con las horas que quieran disponer, junto con la cantidad de alumnos, o cuál será el objetivo de la sesión.

Para establecer un control sobre los materiales que se utilizarán en los diferentes espacios, se recomienda tener una hoja de registro para apuntarse al entrar en el EMC y al salir, escribiendo qué herramientas ha utilizado cada persona. No es necesario un servicio de seguridad, pero cada centro puede organizarse de la manera que considere oportuna, educando a los “makers” en conciencia cívica y moral.

Docentes, alumnos y familias podrán colaborar en el EMC, con el fin de compartir y de crear recursos disponibles y útiles para la comunidad educativa.

El proyecto ha de ser potenciado por personas que crean en el proyecto y que sean capaces de llevarlo adelante. Estas personas pueden ser llamadas Project Leader Maker (PLM). Uno de los PLM será el encargado de verificar las actividades realizadas en cada uno de los espacios, del mantenimiento de las herramientas, así como la instalación de software y hardware y soporte técnico (PLM Técnico).

El otro PLM tendrá el papel de dinamizador de actividades, proponiendo nuevos temas para crear, exposiciones, organizador de calendarios, eventos que puedan surgir, propuestas de mejora, guía y apoyo a los docentes y alumnos (PLM Apoyo). Estas dos figuras son dos sugerencias de gestión, que en cualquier momento el Centro podría cambiar si considerase oportuno.

## **Acciones a realizar**

En EMC se pueden realizar multitud de actividades relacionadas con la cultura maker. A continuación, se proponen una serie de actividades que pueden realizarse durante el año escolar y que no tienen por qué llevarse a cabo todas ellas, sino que pueden seleccionarse atendiendo a las necesidades educativas de cada centro, así como a los espacios y material disponibles. Las actividades propuestas son: Biblioteca 3D (Anexo 1), Zona de Creación Multimedia ZMC (Anexo 2), Taller de diseño de videojuegos y app (Anexo 3), Área GeoMat (Anexo 4), MIT: Museo interactivo Táctil (Anexo 5), Liga “makers” (Anexo 6), El “kiosko” (Anexo 7) y Music and Band (Anexo 8).

Cada una de las actividades puede realizarse de forma libre o bien organizadas por el propio centro o aula. No tienen por qué realizarse en un solo espacio. El EMC trata de incorporar la filosofía maker en el trabajo diario, por lo que cada una de las zonas puede realizarse en un punto diferente en cada centro. Lo importante es que éstos espacios puedan ser utilizados por todos los usuarios con acceso al Centro y que puedan aportar de sí mismos para poder conformar una comunidad maker.

En los anexos se puede ver el desarrollo de las actividades, una pequeña descripción, los objetivos, los destinatarios, los recursos necesarios para llevarlas a cabo, así como la metodología que se trabaja y algunas variantes de la actividad. La enumeración de las actividades no es relevante, puesto que se otorga libertad a la hora de llevarlas a cabo. Pueden realizarse de forma paralela, pueden ser complementarias, o, incluso, realizarse una sola actividad durante un año lectivo.

EMC es un proyecto interdisciplinar, que puede abarcar todas las áreas educativas, con el que se trabajarán las competencias curriculares básicas, dando especial importancia a las competencias STEAM, como son la competencia científica, matemática, digital, emprendedora y la competencia artística. Estas competencias vienen reflejadas en el desarrollo de cada actividad, las cuales pueden verse en los anexos del proyecto.

## **Organización temporal**

El proyecto comienza desarrollando un plan de viabilidad del Centro para acoger el EMC y poder desarrollar los objetivos que desde él se plantean. Existe un proceso de adaptación que el Centro debe llevar a cabo antes de comenzar con las actividades propias del proyecto. Este proceso durará un año completo lectivo, el cual podemos ver desglosado en hitos en la tabla 1. Una vez acabado este proceso de adaptación al proyecto, al siguiente año lectivo ya se pueden implementar el proyecto como tal, con el desarrollo de las actividades propuestas e integrando de forma real la filosofía maker en las aulas, lo que daría lugar al Espacio Maker Class como tal.

El EMC no tiene una duración concreta, se trata de un proyecto libre que puede ser realizado en el período de un año y que puede continuar con el tiempo. La propuesta es que el EMC se renueve cada año, acogiendo a los nuevos alumnos y las nuevas creaciones, manteniendo los recursos creados anteriormente. Las actividades propuestas para el proyecto, tienen una organización temporal no determinada, puesto que estas actividades deben adaptarse a las necesidades de cada centro y a los horarios de cada profesor y alumnos. Al ser el tiempo tan relativo, resulta difícil elaborar un cronograma detallado de los tiempos de cada actividad, aunque sí puede desarrollarse una propuesta de acción, de los tiempos ideales para dedicar a cada una de las actividades durante el año, esta propuesta puede verse reflejada en la tabla 2.

Las actividades son especiales, ya que no se requiere para su uso una programación concreta, ni tiempos limitados, por ejemplo, en la actividad de la Biblioteca 3D un alumno puede buscar un objeto y subirlo a la plataforma en un tiempo de 5 o 10 minutos, pero también puede darse la situación en la que el docente pida a los alumnos que elaboren, en el plazo de una semana, una carpeta concreta sobre las plantas, por ejemplo, por lo que la actividad duraría más en el tiempo, y tendrían que darse varias sesiones que podrían durar incluso una hora.

El tiempo de dedicación a las diferentes zonas y espacios del EMC no viene determinado por horarios, sino por necesidades e intereses de los profesores, alumnos y familias. Los propios alumnos pueden acceder libremente a estos espacios para crear, pueden colaborar de forma conjunta para crear trabajos, etc. Se trata de que la filosofía maker impregne la cultura del Centro, con la idea de compartir, de crear un espacio flexible y abierto, de crear elementos y espacios que favorezcan a la comunidad educativa.

Tabla 1: *Cronograma proceso de adaptación del proyecto EMC*

HITO	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
	Primer trimestre			Segundo trimestre			Tercer trimestre			
Análisis de las características del Centro.										
Formación de un equipo responsable de impulsar el proyecto.										
Establecer las actividades que se desarrollarán durante el proyecto.										
Asignación de espacios para organizar las actividades previstas.										
Información a las familias y docentes.										
Formación al equipo docente sobre nuevas metodologías y TIC.										
Adquisición y organización de recursos materiales, tecnológicos y mobiliario.										
Propuesta de actividades a realizar y difusión en el Centro y familias.										
Integración de la filosofía maker en el proyecto y cultura del Centro.										
Poner en marcha las distintas actividades y espacios establecidos.	<b>Año siguiente completo</b>									

La duración real del proyecto EMC es de dos años, pudiendo prolongarse en el tiempo. El primer año lectivo (diez meses) sirve al Centro para adaptarse al nuevo espacio y método de trabajo que propone EMC mientras que, en el segundo año, se realizan las actividades establecidas para integrar de forma real la filosofía maker en el Centro. Estas actividades serán el eje central de EMC y a partir de las cuales se desarrollará el verdadero proyecto.

Cada actividad que se presenta tiene un objetivo concreto del que, como resultado, normalmente, se obtiene un producto final, físico o digital. Un aula puede escoger una de las actividades, por ejemplo, y llevarla a cabo durante el curso, de forma semanal, trimestral, etc. A continuación, se muestra un pequeño cronograma orientativo, correspondiente a la tabla 2, que podría adaptarse y modificarse según las necesidades del Centro, y que representa la frecuencia de la obtención de un producto o recurso a partir de la realización de las diferentes sesiones.

Tabla 2: *Frecuencia de realización de las actividades de EMC*

<b>Frecuencia</b>	<b>Act 1</b>	<b>Act 2</b>	<b>Act 3</b>	<b>Act 4</b>	<b>Act 5</b>	<b>Act 6</b>	<b>Act 7</b>	<b>Act 8</b>
Semanal	X			X				
Mensual		X					X	
Trimestral			X		X			X
Anual						X		

### **Recursos y presupuesto**

El Centro donde se lleve a cabo el proyecto puede tener una zona reservada y destinada al desarrollo del EMC, que puede ser un espacio concreto del Centro, en donde se desarrollen diversas actividades, o bien puede tener varios espacios para realizarlas. A continuación, en la tabla 3, se muestra un presupuesto que recoge todos los materiales tecnológicos necesarios para implementar en su totalidad el proyecto EMC y sus actividades en un centro:

Tabla 3: *Presupuesto recursos proyecto EMC*

Material	Actividad	Coste unitario	Unidades	Coste Total
HP Sprout	1 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8	2300 €	1	2300 €
3D Capture	1 / 5 / 8	300 €	1	300 €
Impresora 3D (Dremel)	4 / 5 / 6 / 8	980 €	1	980 €
Filamentos para impresora 3D	4 / 5 / 6 / 8	30 €	40	1200 €
Estudio Chroma (Lona + Soporte)	2 / 6	60 €	1	60 €
Ordenador portátil (x360 HP)	3 / 4 / 7 / 8	450 €	6	2700 €
Cámara digital réflex 16 mpx	2 / 6	280 €	2	560 €
Impresora multifunción (HP)	7	130 €	1	130 €
Tablets HP	3 / 5	280 €	2	560 €
<b>Presupuesto Total</b>				<b>8790 €</b>

Por otro lado, será imprescindible el acceso a internet vía wifi en el Centro educativo, lo que conllevará otros costes. Se recomienda realizar un análisis estructurado de la red del colegio, dentro de la fase de análisis de las características del Centro (en el cronograma), ejecutado por técnicos expertos en comunicaciones para identificar su situación objetiva y las necesidades de mejora para poder soportar la evolución del nuevo proyecto.

Este análisis e instalación puede costar hasta 1500 €, más la cuota mensual, aunque se recomienda solicitar una subvención o ayudas para centros educativos para instalar Internet en los diferentes espacios de los mismos. El mobiliario necesario puede variar según las necesidades de cada centro y, también, según las actividades que sean consideradas llevar a cabo. Se recomienda tener un espacio libre de obstáculos, provisionado de mesas, armarios y bandas para exposición.

Existen otros costes de implementación del proyecto que se deberán asumir antes de invertir en los recursos, tal y como podemos ver en la tabla 4, como son el análisis de las características del Centro y plan de viabilidad y la formación del profesorado. Estos gastos vienen derivados del proceso de adaptación del Centro al proyecto, que, por otro lado, son actividades que deberían realizarse sin la necesidad de implementar EMC. También, en la tabla 4, se alude al grado de importancia de implementar dichos ítems para llevar a cabo el proyecto:

Tabla 4: *Despliegue de servicios proceso de adaptación al proyecto*

Ítem	Coste aproximado	Importancia
Plan de viabilidad y análisis de las características del Centro	185 € - 2900 €	Media
Análisis de la arquitectura red de wifi e implementación de la estructura de red	1490 € - 2196 €	Alta
24 horas de formación docente	800 €	Media
Soporte técnico: correcto despliegue del proyecto, mantenimiento de recursos	640 €	Baja
<b>TOTAL</b>	<b>3115 €</b>	-

El presupuesto total del que se debería partir para poner en marcha el proyecto EMC, durante los dos años mínimo sería de aproximadamente doce mil euros (12.000 €). A este presupuesto se deberá añadir el coste del servicio a internet contratado, que podrá pagarse mensualmente. Para afrontar algunos de los costes, como el despliegue de dispositivos, herramientas tecnológicas y estructura de Red, se podrían pedir subvenciones al Estado u otras entidades que apoyasen los procesos de transformación educativa de los Centros.

## EVALUACIÓN

En el proceso de evaluación se verifica que se hayan cumplido los objetivos anteriormente establecidos, general y específicos. Para medir el grado de consecución de los mismos y el éxito del proyecto, se utilizan diversos parámetros, representados en las tablas 5 y 6 que se mostrarán a continuación:

Tabla 5: *Relación entre los indicadores y los objetivos específicos*

Objetivos específicos	Indicador	Instrumentos a utilizar	Frecuencia	Responsable
1	Aplicación de la filosofía maker en el PEC.	Cuestionario	Trimestral	Equipo Directivo
	Cantidad de material elaborado por los alumnos, docentes y familias.	Registro de materiales y seguimiento	Semanal	Alumnos y docentes PLM Apoyo
2	Comunicación entre alumnos y trabajo en equipo.	Interacción espacio virtual	Mensual	Alumnos Equipo Docente
3	Uso activo de las nuevas tecnologías fuera y dentro del aula.	Registros de actividad	Trimestral	PLM Técnico
	Manipulación e interacción con objetos y elementos 3D.	Cuestionario	Mensual	Equipo docente
4	Realizar diseños y creaciones útiles para el Centro a través de herramientas tecnológicas.	Registro de calidad y cantidad de materiales	Anual	Equipo directivo PLM Apoyo
5	Creación de material didáctico entre docentes como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.	Informes de seguimiento	Anual	Equipo Directivo Equipo Docente PLM Apoyo

Para evaluar que el objetivo general se haya cumplido, se han de tener en cuenta algunos criterios, desglosados a partir de los objetivos específicos. Cada uno de estos criterios se corresponde con una serie de indicadores. Si estos indicadores se han llevado a cabo durante el proyecto es porque el criterio se ha cumplido.

Tabla 6: Relación entre el objetivo general y los indicadores de los criterios de evaluación

Criterio	Indicadores
<b>Objetivo general:</b> Integrar nuevas formas de aprendizaje en la escuela a través de la cultura maker y el uso de nuevas tecnologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.	
Creación de recursos didácticos y creativos	Los espacios pedagógicos y “makers” creados son originales y fomentan la creatividad y la comunicación. La implantación del proyecto ha significado nuevas metodologías de trabajo con los alumnos que van más allá de la transmisión de conocimientos del profesor hacia los alumnos.
Cooperación y comunicación entre alumnos	Las metodologías activas llevadas a cabo fomentan la participación y la comunicación entre el alumnado. Se han organizado equipos de trabajo colaborativo y se ha fomentado la autonomía y el protagonismo de los alumnos.
Uso de las nuevas tecnologías para interactuar con el mundo físico	Las propuestas de actividades incluyen investigación y reflexión y se relacionan con el entorno físico y digital. Se ofrecen herramientas para que docentes y alumnos se comuniquen, compartan, interactúen y trabajen de forma colaborativa.
Adquisición de habilidades de diseño a través de dispositivos tecnológicos	Las TIC son utilizadas y consideradas como medios de creación de materiales. Se fomenta el diseño de materiales propios en el aula y materiales creados para la comunidad educativa.
Desarrollo de la competencia digital de docentes y alumnos	El proyecto contempla estrategias dirigidas a desarrollar las competencias básicas de los alumnos, en particular la competencia digital, así como la adquisición de conocimientos en las diferentes materias implicadas. El proyecto lo han llevado a cabo fundamentalmente los alumnos y docentes durante el horario escolar o fuera del horario escolar, si es el caso.

Los indicadores pueden medirse con distintos instrumentos como cuestionarios a alumnos, familias y docentes, observación externa y hojas de control.

## **SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO**

El proyecto EMC puede ser estudiado, desarrollado e implantado en cualquier centro educativo que se trabaje con nuevas tecnologías y que quieran apoyar sus metodologías a partir de la filosofía maker. Para poder poner en marcha el proyecto y todas las actividades descritas en él, el Centro deberá obtener una financiación de 11905 € (aproximadamente 12000 €), cifra que podrá ser variable y adaptable a los intereses y necesidades de cada centro, pues no es necesario que todas las actividades se lleven a cabo, sino que el entorno escolar se transforme, la relación de los alumnos, docentes y familias con la tecnología cambie, para dar un mayor protagonismo a la creación y producción de recursos útiles para la comunidad.

Un centro puede decidir implantar una parte del proyecto EMC e ir creciendo en años sucesivos, por lo que el presupuesto inicial se reduciría, ampliándolo a lo largo de los demás años escolares en caso de que fuese realmente exitoso durante la prueba piloto.

Como ejemplo, en la tabla 1 aparecen las actividades para las que se necesita cada uno de las herramientas digitales; por ejemplo, si al Centro sólo le interesa el primer año comenzar con las actividades 1 y 2 (anexo 1 y 2) deberá adquirir el HP Sprout, el escáner 3D capture, una cámara y el estudio Chroma, por lo que el presupuesto se adaptaría a las necesidades del Centro, con una financiación de 2740 €. En este caso no se llevarían a cabo todas las actividades, pero se adquirirían recursos con los que realizar multitud de actividades, que se pueden ir incorporando al proyecto, creando un espacio común, donde compartir experiencias educativas, impregnadas de la filosofía maker, con los demás centros que quieran llevar a cabo el proyecto. Si este centro decide iniciar nuevas actividades en el siguiente curso, quizás deba adquirir otro tipo de material para implementar dichas actividades, como puede ser la impresora 3D u ordenadores personales.

En el proyecto EMC no se trata de que los Colegios adquieran herramientas tecnológicas simplemente por ser una “moda”, ni para situarse como pioneros en el campo

de la educación por usar tecnología, sino que se trata de crear un nuevo entorno de aprendizaje, libre y abierto, donde fomentar la creatividad de cada persona, la capacidad de compartir y de comunicar ideas, de interactuar con el medio físico y digital para crear y producir elementos educativos reales, contenido útil diseñado por “makers”. Un entorno en el que cada persona piense: “si puedo imaginarlo, puedo crearlo”.

## REFERENCIAS

- Alfredo, F. R. e Iglesias, A. A. (2016). Más allá de las pantallas: experiencias en diseño y programación de objetos interactivos digitales. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7 (12), pp. 49-58.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. Crown Publishing Group.
- Area, M. (2011). ¿Qué opina el profesorado sobre el Programa Escuela 2.0? Un análisis por comunidades autónomas. *Proyecto TICSE 2.0*.
- Badillo, D. (2015). Cultura maker; hazlo tú mismo y compártelo. *Crónica ambiental: ideas para repensar el consumo*, 7, pp. 19-27.
- Borgnakke, K. (2004). "Ethnographic studies and analysis of a recurrent theme: Learning by Doing". *European Educational Research Journal*, 3 (3), pp. 539-565.
- Cilleruelo, L. y Zubiaga, A. (2014) Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. *Jornadas de Psicodidáctica*.
- Cuban, L. (2015). "The Lack of Evidence-Based Practice: The Case of Classroom Technology (Part 1)". Disponible en [https:// goo.gl/tY66u7](https://goo.gl/tY66u7)
- De la Torre, S. y Violant, V. (2001). Estrategias creativas en la enseñanza universitaria. *Creatividad y sociedad*, 3.
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. In M. Honey & D.E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*, pp. 7-11. New York, NY: Routledge.
- Fernández, R. (2010). Competencias profesionales del docente en la sociedad del siglo XXI. *El perfil de profesorado del siglo XXI*, pp. 4-7.
- Fernández, A., Pérez, R., Grao, A., González, J.J., Porcel, A. M. y Tamayo, J. (2012). Estudio comparativo entre una metodología de aprendizaje tradicional respecto a una

metodología de aprendizaje basada en el “learning by doing” para la consecución de competencias específicas. *UPO Innova Revista de Innovación Docente*, 1, pp. 159-166.

Flores, A. M. y Tena, R. (2016). Educational innovation and methodological research. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 33, pp. 1-5.

Gallardo-Echenique, E. E. (2012). Hablemos de estudiantes digitales y no de nativos digitales. *Universitas Tarraconensis, Revista de Ciències de l'Educació*, pp. 7-21.

Gallardo-Echenique, E. E., Marqués, L., y Bullen, M. (2014). Usos académicos y sociales de las tecnologías digitales del estudiante universitario de primer año. *Tendencias Pedagógicas*, 23, pp. 191-204.

García-Valcárcel y Basilotta, V. (2015). Evaluación de una experiencia de aprendizaje colaborativo con tic desarrollada en un centro de educación primaria. *EDUTECH. Revista electrónica de Tecnología Educativa*.

Gros, B. (2015). La caída de los muros del conocimiento en la sociedad digital y las pedagogías emergentes. *Education in The Knowledge Society (EKS)*, 16(1), pp. 58-68.

Hernández, F. y Sancho, J. (2014). Maestros al vaivén. Aprender la profesión docente en el mundo actual. Barcelona: Octaedro.

Jiménez, M. (2014). Aprender a enseñar lengua y literatura: learning by doing. XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. *Educación para transformar*, pp. 824-831.

Leiva, J. J. y Moreno, N. M. (2015). Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas. *Revista DIM*, 11 (31), pp. 1-18.

- Lozano, R. y García, V. (2014). Aporte del diseño gráfico en los materiales curriculares para e-Learning. *Icono 14*, 12, pp. 139-155
- Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, 13(23), pp. 263-278.
- Martín, S. (2014): DIY: Arte, Diseño y Tecnología. Estrategia crítica de colaboración comunitaria offline y online. *Icono 14*, 12, pp. 156-186
- Martínez, S.L. y Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering and engineering in the classroom*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Oliver, N. (2015). La tecnología Elemento clave para la necesaria transformación de la educación. *Revista TELOS* (Cuadernos de Comunicación e Innovación).
- Rodríguez, A.B. y Ramírez, L.J. (2014). Aprender haciendo-Investigando reflexionando: Caso de estudio paralelo en Colombia y Chile". *Revista Academia y Virtualidad*, 7 (2), pp. 53-63.
- Johnson, L., Adams, S., Estrada, V., y Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: 2015 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Trigueros, F. J., Sánchez, R. y Vera, M. I. (2012). El profesorado de Educación Primaria ante las TIC: realidad y retos. *REIFOP*, 15 (1), pp. 101-112.
- Vaca-Barahona, B. E., Cela-Ranilla, J. y Gallardo-Echenique, E. E. (2016). Perfiles de aprendizaje y trabajo colaborativo en entornos de simulación en 3D. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19 (2), pp. 193-215.
- Vega-Moreno, D., Cufié, X., Rueda, M<sup>a</sup>. J. y Llinás, D. (2016). Integración de robótica educativa de bajo coste en el ámbito de la educación secundaria para fomentar el aprendizaje por proyectos. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6, pp. 162-175.

Anexo 1

Nº 1	BIBLIOTECA 3D	
<p><b>Descripción:</b> La Biblioteca 3D es una plataforma que recoge diversos modelos tridimensionales, escaneados previamente de objetos reales o realizados desde cero mediante un programa de diseño 3D.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Esta biblioteca pretende ser un espacio donde poder compartir multitud de recursos, que pueden servir de apoyo para la comunidad escolar.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> Los modelos que se realizan dentro de la Biblioteca 3D pueden ser compartidos entre varios centros, o puede ser un proyecto que sólo adopte un único centro en donde esté implantado el EMC, destinados a alumnos y docentes.</p>	<p><b>Temporalización:</b> La biblioteca sugiere una continuidad en el tiempo, pudiendo aportar a la comunidad modelos todo el año, sin reemplazarse los siguientes años.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> En esta actividad los alumnos y docentes seleccionan elementos del mundo físico, como por ejemplo frutas y otros alimentos, rocas y minerales, plantas, figuras de animales, juguetes, réplicas de monumentos, entre otras muchas opciones. Después de seleccionar los modelos, éstos se escanean con ayuda de una capturadora 3D, que replica el modelo real traduciéndolo a una figura digital en 3D, que puede visualizarse en el ordenador, y que puede ser modificada en cuanto a tamaño, color, textura y forma. Una vez esté el modelo listo, se guarda y se sube a una plataforma en línea de la que disponga el Centro, que puede ser un sistema de almacenamiento en la nube (como One Drive o Google Drive). Estos archivos pueden ser consultados por los demás usuarios que participen en el Proyecto de Centro, pero además pueden compartirse para toda la comunidad educativa a través de una plataforma online (Web), que permita importar los modelos creados para poder ser descargados y utilizados por otras personas.</p>		
<p><b>Variante:</b> Puede crearse el modelo 3D desde cero, diseñándolo con las herramientas necesarias y subiendo el modelo utilizando el mismo proceso citado anteriormente. (<i>*Nota: esta variación de la actividad puede contener un grado extra de dificultad</i>).</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se trabajará a partir del aprendizaje basado en el descubrimiento, pues seleccionan e investigan para descubrir nuevas formas para crear, además se trabajará el Aprendizaje Cooperativo, pues pueden organizarse los propios alumnos, comunicarse, y realizar la actividad en grupo para conseguir un objetivo común.</p>		
<p><b>Recursos:</b> Ordenador HP Sprout, 3D Capture, Sistema de almacenamiento en la nube.</p>	<p><b>Recursos alternativos:</b> Programa de diseño y creación 3D, página web con servidor.</p>	

Anexo 2

Nº 2	ZONA MULTIMEDIA DE CREACIÓN (ZMC)	
<b>Descripción:</b> La ZMC es un espacio reservado para la producción y creación de contenido visual y multimedia. En él se trabajan diferentes técnicas de vídeo, como el stop motion, el time lapse, entre otras.		
<b>Objetivos:</b> Potenciar la creatividad y la imaginación a partir de la composición de historias y artefactos multimedia, utilizando para ello medios digitales visuales. También se pretende fomentar el trabajo en equipo y la competencia digital.		
<b>Destinatarios:</b> Cualquier miembro de la Comunidad Educativa con acceso a las instalaciones del centro, centrado en los alumnos y docentes que deseen crear contenido creativo, visual y digital, para hacer trabajos o como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.	<b>Temporalización:</b> Se recomienda utilizar este espacio semanalmente, pudiendo reservarlo para poder combinarlo con las clases y relacionarlo con el contenido curricular.	
<b>Desarrollo:</b> Puede utilizarse este espacio de forma libre, para trabajos de alumnos, creación de vídeos en jornadas educativas, fechas destacadas, vídeos para la web del Colegio... También podrá crearse un canal de YouTube para crear listas de vídeos, y colgar los vídeos en redes sociales. Se trata de crear contenido útil para la comunidad educativa, en el que cobra importancia el proceso, poniendo en práctica los aprendizajes y las habilidades personales, compartiendo información con el grupo y fomentando la comunicación oral y escrita, pues siempre se recomienda escribir un guión antes de comenzar cualquier historia.		
<b>Variante:</b> Puede haber muchas variantes de esta actividad, hay multitud de herramientas con la que poder crear contenidos. También sería muy enriquecedor disponer de un módulo Chroma, para poder trabajar las distintas técnicas de vídeo.		
<b>Metodología:</b> Se trabajará, sobretodo, a partir del aprendizaje por descubrimiento, Learning By Doing, Aprendizaje Basado en Proyectos y trabajo cooperativo y colaborativo, pues la comunicación y el trabajo en equipo serán esenciales para poder realizar el proceso de creación de los distintos recursos.		
<b>Recursos:</b> Software como sistema de grabación de vídeo como el OBS y el Movie Maker, Audacity para editar el sonido, mínimo dos ordenadores (pueden ser portátiles con software instalado), una cámara de vídeo y trípode. Cable usb y grabadora de sonidos.	<b>Recursos alternativos:</b> Software de edición de vídeo como adobe premiere o Camtasia, módulo Chroma. HP Sprout es una herramienta muy adecuada para la técnica de stop motion.	

Anexo 3

Nº 3	TALLER DE DISEÑO DE VIDEOJUEGOS Y APPS	
<p><b>Descripción:</b> El taller de diseño de videojuegos y app es un espacio de trabajo colaborativo que permite a los alumnos, u otros usuarios, aprender a crear videojuegos y apps con diferentes herramientas, como Scratch o mobincube.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Desarrollar la competencia lógico matemática, y fomentar el trabajo en equipo, puesto que la creación de un videojuego (o app) podría establecerse como la realización de un proyecto común, que debe ser realizado por varias personas.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> La actividad está pensada para grupos de alumnos con interés hacia el aprendizaje de la programación y los videojuegos, así como la creación de apps. Los talleres podrían ser autodidácticos o bien impartidos por algún profesor especializado.</p>	<p><b>Temporalización:</b> Para crear un videojuego se necesita tiempo y trabajo, por lo que se recomienda programar dos o tres proyectos anuales, en los que se trabajen entre 2 y 4 horas a la semana.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> La actividad consiste en establecer una zona de diseño, con puestos de ordenadores, cuadernos, lápices, bolígrafos... Para poder realizar un boceto del videojuego (o app) y diseñarlo. Es muy conveniente que en esta actividad los niños creen su videojuego con ayuda de los compañeros, de forma grupal y colaborativa. Existen diversas formas de crear un videojuego como Scratch, wimi5, logo... Y diversas formas de crear una app, a través de programación Android o programas como mobincube. Se trata de proponer a los alumnos un proyecto en el que colaboren para poder solucionar una situación real del Centro, por ejemplo, o empezar un proyecto desde cero, que podría estar relacionado con las diferentes áreas curriculares y podría realizarse como proyecto, dentro de una metodología basada en proyectos o retos.</p>		
<p><b>Variante:</b> Esta actividad puede organizarse de varias formas. Puede ser un taller destinado sólo a la creación de videojuegos, o sólo a la creación de app. También, puede ser un espacio meramente exploratorio, en donde los niños puedan desarrollar sus capacidades libremente y sin tener que crear un videojuego o app concretos.</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se trabajará, sobretodo, a partir del aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en retos y el aprendizaje cooperativo y colaborativo.</p>		
<p><b>Recursos:</b> mínimo 3 ordenadores, para poder trabajar en grupo y en línea, cuadernos, bolis, software libre para la creación de contenido.</p>	<p><b>Recursos alternativos:</b> Se pueden introducir tablets en el espacio, para poder probar las diversas aplicaciones y juegos que se vayan creando.</p>	

Anexo 4

Nº 4	AREA GEOMAT	
<b>Descripción:</b> El área GeoMat, pretende ser un área donde poder crear diversas figuras geométricas con ayuda de un ordenador y una impresora 3D.		
<b>Objetivos:</b> Diseñar y crear figuras en 3D, relacionadas con el ámbito geométrico, como pirámides, cubos... Para poder servir de apoyo a los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, el diseño de estas figuras favorece el pensamiento lógico y fomenta la competencia matemática y el gusto por la geometría. Además, con el diseño de figuras geométricas se adquieren nuevas habilidades en el diseño 3D, y aumenta la comprensión acerca de cómo se forman los elementos, visión espacial...		
<b>Destinatarios:</b> Cualquier miembro de la Comunidad Educativa con acceso a las instalaciones del Centro, centrado en los alumnos y docentes que deseen crear contenido creativo, visual y digital, para hacer trabajos o como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje.	<b>Temporalización:</b> Se recomienda utilizar este espacio semanalmente, pudiendo reservarlo para poder combinarlo con las clases y relacionarlo con el contenido curricular.	
<b>Desarrollo:</b> La actividad consiste en crear como un “pequeño almacén” de figuras, que puedan ser creadas por los alumnos y que puedan servir de apoyo para las clases de matemáticas. La geometría es mucho más significativa cuando podemos verla, tocarla y observarla con detalle. El diseño de las figuras se realizará con un programa de ordenador, y posteriormente se imprimirán en una impresora 3D. Estas figuras se podrán etiquetar por tipos de figuras, números e caras... Según la necesidad de cada aula. Puede haber un pequeño almacén en cada aula, o puede haber un almacén común y compartido entre todo el Colegio, desarrollando además una competencia cívica y ciudadana en beneficio de la comunidad, sin tratar mal las figuras, compartiendo los elementos...		
<b>Variante:</b> Se trata de crear una zona de fácil acceso y de crear figuras fáciles para ir desarrollando habilidades de diseño 3D. Esta zona puede denominarse de otra forma, y podría estar relacionada, por ejemplo, con los animales, el cuerpo humano...		
<b>Metodología:</b> Se propone para trabajar una metodología de trabajo cooperativo, pues es una actividad que debe ser muy bien coordinada por todas las personas que la conforman, debe haber comunicación y trabajo en grupo para poder cumplir el objetivo.		
<b>Recursos:</b> Un ordenador, impresora 3D, cajas o repisas para exponer las figuras, etiquetas.	<b>Recursos alternativos:</b> Es recomendable: HP Sprout para la modificación rápida de figuras, en cuando a color y forma.	

Anexo 5

Nº 5	MIT: MUSEO INTERACTIVO TÁCTIL	
<p><b>Descripción:</b> Se trata de una actividad “maker city”, recrea una ciudad o, por ejemplo, una época histórica, como Egipto, a partir de modelos en 3D y la creación de un escenario donde se sitúen estos elementos.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Desarrollar nociones de búsqueda, investigación y descubrimiento para seleccionar figuras que correspondan al tema concreto de la actividad. Potenciar el gusto por los diferentes elementos artísticos históricos y apreciar las diferentes culturas.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> El museo está disponible para todo el mundo con acceso al Centro, puede verlo y observar las diferentes creaciones. La actividad está pensada para que pueda ser realizada y organizada por los alumnos. Las familias pueden ayudar a conformar el MIT.</p>	<p><b>Temporalización:</b> Puede haber un MIT temático cada trimestre, y dedicando una o dos horas a la semana a la conformación del espacio.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> En este museo se podrán exponer ciudades a escala, monumentos, maravillas del mundo... Se trata de colaborar para investigar y buscar información sobre historia y geografía y convertirlos en realidad gracias a la búsqueda de modelos 3D e impresión, diseños para los fondos, creación de roll ups... Los elementos pueden realizarse de diversas formas, en web, escanear modelos u objetos con ayuda de una capturadora 3D o bien fabricarlos a mano con ayuda de plastilina. Una vez acabado y expuesto el museo, las familias, o los alumnos de diferentes coles pueden ir a ver el MIT, se pueden subir los modelos a la biblioteca 3D, etc.</p>		
<p><b>Variante:</b> Podría no ser necesario utilizar figuras en 3D, sino crear un MIT basado en Realidad Aumentada, diseñado con Aurasma, asignando imágenes y sonidos a los marcadores diseñados relacionados con la temática y otorgando al espacio una mayor interactividad que sólo con las figuras.</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se trabajará, sobretodo, a partir del aprendizaje por descubrimiento, Learning By Doing, Aprendizaje Basado en Proyectos y trabajo cooperativo y colaborativo. Además, podrán colaborar varias clases, o el Centro en su totalidad, para dar forma al Museo Interactivo Táctil.</p>		
<p><b>Recursos alternativos:</b> La actividad es muy subjetiva por lo que se necesitarán unos u otros elementos para la construcción del espacio. Para la variante de actividad se necesitarán las figuras que actúen como marcadores, y tablets.</p>	<p><b>Recursos:</b> HP Sprout, 3D capture, impresora 3D, plastilina, repisa, software libre de diseño.</p>	

Anexo 6

Nº 6	LIGA MAKERS	
<p><b>Descripción:</b> Concurso anual en el que pueden participar varios centros educativos o sólo un centro (entre todos los alumnos), en los que se premia el mejor o el más útil artefacto maker creado.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Motivar a las familias y al alumnado a acudir a los diferentes espacios makers para atreverse a crear y experimentar con las diferentes herramientas digitales. Concienciar a los demás centros sobre la necesidad de cambio y poner en marcha un posible proyecto de innovación. Lo importante de la actividad será trabajar en equipo y en colaboración, generar nuevas ideas, fomentar la creatividad y la imaginación, así como el desarrollo de la competencia digital.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> Actividad dirigida a los Colegios con filosofía maker, o a aquellos que desean integrarla en su proyecto. Los alumnos serán los protagonistas, pues presentarán las creaciones realizadas en grupo.</p>	<p><b>Temporalización:</b> El tiempo de realización de dicha actividad es de un año, pudiendo trabajar de forma libre durante todo este tiempo para poder conformar una idea realmente novedosa.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> El concurso consistirá en presentar una creación maker, que puede ser presentada de diferentes formas, como clase, como grupo de trabajo (con nombre identificativo) o como colegio (en caso de que haya más de un Colegio participante, lo que sería una actividad a gran escala). Cada uno de estos artefactos maker creados deberá tener alguna utilidad real en la vida diaria o también puede ser un modelo novedoso creado desde cero que apoye al proceso de enseñanza-aprendizaje. La organización de dicha actividad dependerá del Colegio en cuestión. Al final de curso, se podrán subir los modelos a la web, para votar los que más gusten. Estos elementos o inventos deberán tener un nombre identificativo, una descripción y la función que realizan. Días después podrá elegirse al ganador del concurso, que obtendrá un premio. También se pueden otorgar premios a las demás propuestas.</p>		
<p><b>Variante:</b> El Colegio decide todas las variantes respecto a agrupación, horarios, metodología..., y se coordina con los demás grupos de trabajo, así como con el equipo docente para poder llevarla a cabo. Una variante podría ser una liga maker temática.</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se trabajará, sobretodo, a partir del aprendizaje por descubrimiento, Learning By Doing, trabajo cooperativo y colaborativo.</p>		
<p><b>Recursos:</b> Libre, aunque se recomienda: HP Sprout, ordenador, impresora 3D.</p>	<p><b>Recursos alternativos:</b> Software de edición de vídeo, módulo Chroma, cámara de fotos</p>	

Anexo 7

Nº 7	EL KIOSKO	
<p><b>Descripción:</b> Se trata de una zona para la creación de catálogos, tutoriales, posters, infografías... compartidas con la comunidad educativa con diversos temas, como por ejemplo: papiroflexia, recetas de cocina, herbarios... Pueden publicarse en la web o puede imprimirse como catálogo físico.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Desarrollar la competencia lingüística a través de la lectura y redacción de las propias composiciones. Ser capaz de explicar conceptos a otros compañeros, de manera secuenciada, e interiorizar dichos contenidos.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> El kiosko está dirigido a los alumnos y docentes para realizar diferentes tutoriales o catálogos, que puedan presentar en clase y que apoyen a la labor docente o a los trabajos de los alumnos.</p>	<p><b>Temporalización:</b> Lo ideal sería presentar un catálogo al mes, entre toda la clase y disponible para la comunidad educativa. También podría trabajarse en grupos y presentar un catálogo al mes cada uno.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> Por grupos o por clases, se elige un tema para trabajar. Con ayuda de los recursos digitales disponibles se propondrá crear un catálogo con todas las creaciones de los alumnos, de la misma temática. Este catálogo podrá imprimirse y distribuirse por el colegio o bien podrá descargarse de la página web. Puede ser un muestrario de animales invertebrados, un libro de recetas, herbario... Esta actividad complementa muy bien con muchas de las áreas curriculares como por ejemplo lengua y literatura y ciencias de la naturaleza, pues conlleva un proceso de investigación por parte de los alumnos.</p>		
<p><b>Variante:</b> Se puede utilizar esta actividad, por ejemplo, para elaborar el periódico o la revista del Colegio. También podría cambiarse el nombre de la actividad por el de "IMPRESA" (Innova Maker Presenta Realidad Escanea Naturaleza Transforma Arte)</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se propone para trabajar una metodología de trabajo cooperativo, pues es una actividad que debe ser muy bien coordinada por todas las personas que la conforman, debe haber comunicación y trabajo en grupo para poder cumplir el objetivo. También podría trabajarse el Aprendizaje Basado en Proyectos, pues el resultado de esta actividad podría contemplarse como un proyecto de aula.</p>		
<p><b>Recursos:</b> HP Sprout, impresora, objetos reales que se vayan a utilizar para el catálogo, aunque sea en 3D (para ser escaneados en 2D).</p>	<p><b>Recursos alternativos:</b> Ordenadores, cuadernos, lápices de colores. Si no se dispusiera de los materiales principales, estas podrían ser las alternativas.</p>	

Anexo 8

Nº 8	MUSIC AND BAND	
<p><b>Descripción:</b> Espacio para diseñar y crear instrumentos musicales propios, a través del modelado e impresión 3D. Además, en esta actividad podrá crearse melodías y canciones con ayuda de programas de ordenador.</p>		
<p><b>Objetivos:</b> Fomentar el trabajo en equipo y la investigación a partir de la búsqueda histórica y teórica de los instrumentos musicales, además de capacitar a los alumnos en la producción de elementos 3D, imprimiéndolos más adelante. Desarrollar habilidades artísticas y de creatividad, así como la competencia digital y el gusto por la música.</p>		
<p><b>Destinatarios:</b> Esta actividad va dirigida a los alumnos, ellos mismos crearán un instrumento que luego podrá ser reutilizado por las demás clases o expuestos en una galería maker.</p>	<p><b>Temporalización:</b> La actividad está pensada para que dure un trimestre completo. La duración de las sesiones para los instrumentos será variable.</p>	
<p><b>Desarrollo:</b> La actividad consistirá en la creación de grupos de trabajo para crear un instrumento musical a partir de la filosofía maker. Los alumnos deberán trabajar en equipo e investigar cómo funciona un instrumento, qué debe tener para que produzca sonido, los tipos de sonidos que existen, las propiedades del sonido... Una vez creados estos instrumentos o elementos musicales, se podrá hacer una composición musical, entre todos los grupos, tipo “concierto”. Podrán crearse instrumentos desde cero o escanear instrumentos ya existentes para modificarlos. También es posible hacer un soporte para un instrumento para luego añadirle elementos de la vida real, como por ejemplo una guitarra, pero conceptuándola de forma diferente, pues se trata de crear instrumentos que no existan, o que no estén creados ya.</p>		
<p><b>Variante:</b> A parte de crear instrumentos diseñados por los propios alumnos, se podrá utilizar este espacio para crear y modificar música, experimentar con juegos musicales, entre otras actividades relacionadas con la música.</p>		
<p><b>Metodología:</b> Se trabajará en esta actividad por grupos, cada grupo aportará ideas para crear un proyecto común, por lo que se trabajará por Aprendizaje Basado en Proyectos, trabajo cooperativo y colaborativo y Learning By Doing.</p>		
<p><b>Recursos:</b> Se recomienda el uso de HP Sprout para el escaneo de elementos y modificación de los mismo, así como un programa de diseño en 3D y una impresora 3D.</p>	<p><b>Recursos alternativos:</b> Micrófono, grabadora de sonido, 2 ordenadores que pueden ser portátiles, instrumentos reales. 3D capture.</p>	

Anexo 9:

**Dale Dougherty: *The Maker Mindset***

- Here are some thoughts for bringing the Maker Movement to education:
- To create a context that develops the maker mindset, a growth mindset that encourages students to believe they can learn to do anything;
- To build a new body of practice in teaching making and develop a corps of practitioners;
- To design and develop makerspaces in a variety of community contexts that serve a diverse group of learners who do not all share the same resources;
- To identify, develop, and share a broad framework of projects and kits, based on a wide range of tools and materials, that connect to student interests in and out of school;
- To design and host online social platforms for collaboration among students, teachers, and the community;
- To develop programs especially for young people that allow them to take a leading role in creating more makers in schools, afterschool programs, summer camps, and other community settings;
- To create a community context for the exhibition and curating of student work in relationship with all makers and making, such that new opportunities are created for more people to participate;
- To allow individuals and groups to build a record of participation in the maker community, which can be useful for academic and career advancement as well as support the student's growing sense of personal development;
- To develop educational contexts that link the practice of making to formal concepts and theory, to support discovery and exploration while introducing new tools for advanced design and new ways of thinking about making (practically, this means developing guides for teachers, mentors, and other leaders); and
- To develop in all students, the full capacity, creativity, and confidence
- To become agents of change in their personal lives and in their community.