

Makerspaces como espacios educativos de innovación y desarrollo de emprendimientos

Makerspaces as educational spaces for innovation and entrepreneurship development

May Portuguez Castro¹, Marcela G. Gómez Zermeño¹

¹ Tecnológico de Monterrey, México

a01305429@itesm.mx , marcela.gomez@tec.mx

RESUMEN. La presente investigación analiza por medio de un estudio cualitativo la manera en la que los makerspaces promueven la innovación abierta y el desarrollo de emprendimientos. Estos espacios educativos han surgido para desarrollar proyectos mediados por la tecnología y se han convertido en centros de formación en los que se promueven las redes de colaboración. Para analizar la manera en que se realiza esta interacción y determinar las habilidades que se desarrollan en estos espacios, se realizó un estudio de casos con participantes de dos makerspaces ubicados en la ciudad de Monterrey, México. El desarrollo de entrevistas y observaciones participantes en estos entornos permitieron determinar de qué manera estos espacios favorecen el desarrollo de habilidades de emprendimiento y cómo los participantes utilizan los recursos disponibles para generar ideas innovadoras y creativas. Estas ideas posteriormente se van a convertir en emprendimientos que requieren de un impulso por parte de otros actores del ecosistema emprendedor para que lleguen a tener un mayor potencial y alcance. Los hallazgos sobre los factores que se presentan en los makerspaces se describen en los siguientes dominios de análisis: características de los modelos a los que tienen acceso los emprendedores, el perfil de los participantes y sus relaciones, los tipos de formación que reciben, las habilidades que desarrolla el emprendedor, el ecosistema emprendedor y los recursos disponibles.

ABSTRACT. This qualitative research seeks to describe how makerspaces promote open innovation and the development of entrepreneurship. These educational spaces have arisen to develop projects mediated by technology and have become as training centers that promote collaboration networks. To analyze how this interaction is carried out and determine the skills developed in these spaces, a case study was made with participants from two makerspaces located in the city of Monterrey, Mexico. The development of interviews and participant observations in these environments allowed determining how these spaces favor the development of entrepreneurship skills and how the participants use the available resources to generate innovative and creative ideas. These ideas will subsequently become enterprises, but entrepreneurs require an impulse from other actors in the entrepreneurial ecosystem to reach greater potential. Findings show that the factors presented in the makerspaces are the following domains of analysis: characteristics of the models to which the entrepreneurs have access, the profile of the participants and their relationships, the types of training they receive, the skills developed by the entrepreneur, the entrepreneurial ecosystem and the available resources.

PALABRAS CLAVE: Makerspaces, Emprendimiento, Innovación abierta, Networking.

KEYWORDS: Makerspaces, Entrepreneurship, Open Innovation, Networking.

1. Introducción

Los makerspaces, también conocidos como hackerspaces, tech shops y fab labs, son espacios que están ganando popularidad en el mundo debido a que son lugares que favorecen el aprendizaje, la creación y el diseño de productos innovadores, facilitados por las nuevas tecnologías (Miranda et al, 2017). Trabajar en estos espacios se ha convertido más que en una afición, en una alternativa para la creación de nuevos negocios, donde se busca que las ideas se conviertan en productos tangibles que solucionen problemas planteados por los emprendedores que los visitan (Hui & Gerber, 2017). Es común ver, cuando se llega a estos espacios, personas utilizando las herramientas de alta tecnología para diseñar prototipos, experimentando con nuevos materiales, imprimiendo modelos y buscando alternativas para mejorar o inventar productos innovadores.

El proceso creativo se apoya en las facilidades que ofrecen los makerspaces como espacios de educación no formal, donde los participantes obtienen conocimientos en el desarrollo de prototipos y proyectos multidisciplinarios, experimentando y creando, en lugar de aprender por medios tradicionales (Shively, 2017). Estos sitios se han convertido en semilleros de nuevas empresas y en espacios de formación que merecen atención, en este sentido, el tema del desarrollo de emprendimientos es un campo que en los últimos años está despertando un gran impulso, tanto por las autoridades nacionales como por organismos internacionales (Smith, 2017; Portuguez, Valenzuela & Navarro, 2018). Por ejemplo, la UNESCO (2018) ha incluido el objetivo de desarrollar iniciativas para incentivar emprendimientos en los planes de educación para el 2030, e invita al desarrollo de esta formación a través de la capacitación.

Para González, Estebanell y Peracaula (2018) los espacios educativos deben formar a ciudadanos para situaciones que aún no se conocen y en las que el uso de las herramientas tecnológicas se vuelve necesario para enfrentar las condiciones que se le presenten, independientemente de su profesión. A pesar de esto, todavía falta conocer más sobre los espacios que como los makerspaces, brindan oportunidades de capacitación aplicando las tecnologías de información y comunicación (TIC) que promueven la formación para enfrentar estos retos. Además, este tema se ha desarrollado en sentido limitado en Latinoamérica y México, por lo que este estudio cubre esta ausencia en un sentido inicial.

2. Marco conceptual

El surgimiento del movimiento maker comienza con la creación de espacios que buscaban que los estudiantes pudieran interactuar con la tecnología en actividades extracurriculares (Smith, 2017) y se sustentan en las aportaciones de Gershenfeld (2012), Dougherty (2013), Anderson (2013) y Rifkin (2015). Su diseño comenzó a orientarse hacia crear estrategias que pudieran aprovechar las habilidades de los alumnos para crear proyectos que permitieran desarrollar aprendizajes colaborativos y profundos (Castaño, Garay & Themistokleous, 2018). Actualmente, este movimiento se ha convertido en un fenómeno global en el que diversos actores colaboran e interactúan en espacios sociales que utilizan tanto recursos tecnológicos para producir materiales, como para generar conocimiento (Browder, Aldrich & Bradley, 2019). Dentro de los actores que participan se encuentran ingenieros, artistas, hackers, estudiantes, profesores, emprendedores, innovadores, entre otros; quienes generan diferentes productos utilizando estos recursos de manera creativa (Dougherty, 2016).

En estos espacios los aprendizajes colaborativos se ven favorecidos por el uso que se hace de las herramientas que se pueden encontrar como son: impresoras 3D, routers, cortadoras láser, taladros, tornos, estaciones microelectrónicas, máquinas de coser, laboratorios, entre otros (Hui & Gerber, 2017; Morales & Dutrénit, 2018). Además, se ofrecen cursos de formación para aprender a utilizar estas herramientas que los convierten en plataformas de innovación abierta. De acuerdo a esto, Anderson (2016) describe que los tres principios que componen el movimiento maker son:

1. El uso de herramientas digitales de bajo costo para la fabricación de nuevos productos, con los que se convierten los diseños informáticos en objetos reales.
2. Colaboración con otras personas en línea que comparten sus mismos intereses. Estas comunidades



aprovechan el código abierto y los medios sociales para compartir información.

3. Fabricación de objetos para individuos o empresas.

Por otra parte, estos espacios promueven que cualquier persona puede tener acceso a los materiales para convertirse en un productor, en lugar de un consumidor a través de una cultura de “hágalo usted mismo”. Por lo que existe una democratización del conocimiento al originar una visión que empodera a la sociedad a desarrollar las habilidades necesarias para crear artefactos de manera creativa y que buscan solucionar un problema (Nacimiento & Pólvara, 2019; Benkler, 2015). Se considera que este movimiento se orienta, por lo tanto, hacia la apertura, la creatividad y el intercambio de conocimientos a través de la construcción de comunidades que promueven la innovación (Hatch, 2014).

Para Tabarés (2018) el uso de Internet en estos espacios es un elemento crucial, ya que permite convertirse en la fuente de conocimiento que lleva a los involucrados a poder discutir, compartir y promocionar sus ideas. Además de integrar los elementos físicos que permiten la creación de hardware, uniendo a través de los artefactos, al mundo físico y al virtual y en el que surgen comunidades que, a través de iniciativas de bajo costo tienen gran impacto y popularidad en la red (Lindtner, 2015).

Se considera que estos espacios se ubican dentro de la educación no formal, que es realizada por las instituciones educativas para complementar a la educación formal, o como una alternativa de aprendizaje a lo largo de la vida. Este tipo de formación puede ser de corta duración y se imparte por medio de cursos, seminarios o talleres. Sus objetivos van orientados a lograr alguna de estas metas: 1) la alfabetización de jóvenes y adultos; 2) el desarrollo de programas para enseñar habilidades para la vida y laborales; 3) capacitación en el lugar de trabajo para certificar destrezas del trabajador y/o 4) formar a individuos para ser parte del entorno laboral (Llisterri, Gligo, Homs & Ruíz-Devesa, 2014).

La organización en la educación no formal se caracteriza porque se basa en los intereses del alumno, más que en requisitos impuestos por el currículum escolar, e incluyen espacios que favorecen la innovación y la adquisición de nuevos aprendizajes y habilidades (Rogoff, Gutiérrez & Erickson, 2016). Estas características son encontradas dentro de los maker, donde los participantes encuentran espacios en los que se promueven oportunidades de colaboración social, que incluyen el uso de objetos con una aplicación práctica y que tienen por objetivo “hacer contribuciones a metas productivas reales y conexiones con una comunidad más grande” (Rogoff, Gutiérrez & Erickson, 2016, p. 358).

Como mencionan Salgado, Gómez y Pintor (2017) la formación de las personas debe estar orientada a formar personas críticas y creativas, preocupadas por solventar los problemas de la sociedad. Por lo tanto, se espera que esta formación se enfoque en las necesidades del contexto y se presenten de manera lúdica, lo que se ve favorecido cuando se incluyen las tecnologías en los procesos de enseñanza aprendizaje. En los makerspaces este aprendizaje inicia por visualizar lo que se desea hacer y luego buscar lo que se necesita conocer para llevarlo a cabo (Morales y Dutrénit, 2018). Dentro de la sociedad del conocimiento esta formación busca mejorar las competencias profesionales y personales del individuo de manera creativa, con el fin de colaborar al logro de metas globales utilizando herramientas innovadoras (Rubio & Gómez, 2016).

Innovación abierta

Para alcanzar estos objetivos se considera que el sistema educativo debe convertirse en un sistema más abierto y que se relacione con la vida del estudiante, donde se promueva la creatividad y la innovación (Cankar & Cankar, 2013). El concepto de innovación abierta surge como un nuevo paradigma que explica el proceso que permite generar nuevos productos gracias al intercambio interno y externo de ideas, donde el contexto participa para generar nuevos conocimientos (Oumlil & Juiz, 2016). Si bien el término surgió en el campo empresarial, también se emplea en el entorno educativo para explicar cómo los sistemas tradicionales de enseñanza son sustituidos por estrategias innovadoras que llevan a la creación de conocimiento (Ramírez-Montoya & García, 2018).

Estas características se encuentran en los makerspaces, donde los participantes buscan solucionar problemas que puedan ayudar a otras personas y en los que la interacción con actividades que promueven la innovación favorece la creatividad y la motivación (Morefield-Lang, 2015). Como elementos que contienen estos espacios se encuentran: la infraestructura, las herramientas tecnológicas para la colaboración y comunicación, el aprendizaje abierto que favorece la comunicación y el intercambio de ideas y los proyectos (Husted, Rodríguez & Álvarez, 2017). Su combinación y el uso que se hace de estos espacios facilita que los participantes que se encuentran interactuando en estos lugares puedan desarrollar ideas, así como la co-creación de conocimientos.

Por lo tanto, los requerimientos para integrarse a los procesos de innovación abierta contemplan el dejar de lado las rutinas y los comportamientos pasados, para crear nuevos conocimientos y habilidades (Osborne, 2016). Se considera que los avances en la tecnología y el amplio acceso a la información han hecho que estos cambios sean más acelerados para poder adaptarse mejor a la economía globalizada actual (Oumlil & Juiz, 2016). Osborne (2016) menciona que dentro de los cambios que se generan con la innovación abierta está, por ejemplo: incluir actividades colaborativas que promuevan el intercambio de ideas con el fin de favorecer un proceso de creación de conocimiento que sea participativo y que involucre no sólo a los actores internos, sino a todo el sistema que lo rodea, como son las empresas, las instituciones de gobierno y la comunidad en general, lo que favorece los procesos de networking.

El concepto de networking se refiere a la creación de relaciones que lleva a las personas a colaborar, para alcanzar un aprendizaje colectivo y que se ve reflejado en el logro de objetivos comunes (Suárez-Guerrero & Muñoz, 2017). Rheingold (2010) cataloga el networking como una habilidad del siglo XXI, pues menciona que no solo es necesario conocer cómo funcionan las tecnologías, sino también hacer un “consumo crítico” de la información con el cual, además de permitir a las personas relacionarse con los demás, también se debe analizar qué de todos esos datos son útiles, y con cuáles de esas personas es importante relacionarse.

Para García y García (2015) las características de la sociedad del conocimiento llevan a una forma de negociación entre los participantes, quienes al verse involucrados en una actividad en común colaboran para alcanzar metas colectivas. Además, se presenta una nueva alfabetización digital, en la que convergen diferentes factores que confluyen para lograr una apropiación de los ciudadanos de la tecnología de manera en que los participantes puedan comunicarse integrando las nuevas herramientas digitales.

Esto se encuentra dentro de las tendencias actuales que lleva a la formación de maker como herramientas educativas que permiten formar nuevas empresas, ser facilitadores de las prácticas profesionales, especialmente para las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y diseño, convertirse en espacios interdisciplinarios y permitir la práctica educativa (Vossoughi & Bevan, 2014). Lo que hace de éstos un lugar para el desarrollo profesional, en el que intervienen personas de diferentes disciplinas, que colaboran para la creación de proyectos basados en tecnología.

Comprender los factores que influyen en los sistemas emprendedores favorece hacer un mejor uso de esa información, así como conocer los roles de los diferentes actores que, como los makerspaces, están incluidos dentro del ecosistema emprendedor. Este sistema está formado por una amplia gama de organizaciones que apoyan a los empresarios y que les facilitan acceder a recursos a través de las redes. El apoyo que los participantes en el ecosistema pueden brindar al desarrollo de emprendimientos logra aumentar el impacto que tienen los proyectos generados dentro de estos espacios, favoreciendo el desarrollo económico y la innovación (Harper-Anderson, 2018).

Para comprender mejor cómo estos elementos intervienen en la práctica del movimiento maker es que se realizó esta investigación, con el fin de conocer desde el punto de vista de los participantes, cómo se desarrollan las interacciones en estos espacios y con el que se buscará responder a la pregunta: ¿de qué manera los makerspaces favorecen el desarrollo de la innovación y el emprendimiento? A continuación, se describe la metodología seguida para contestar a esta interrogante.



3. Metodología

Este estudio se encuentra dentro de un paradigma cualitativo, que como mencionan Taylor y Bogdan (1987) se refiere a investigaciones que buscan producir datos descriptivos. En este caso se buscó conocer las experiencias de personas que están encargadas de dos makerspaces y de un emprendedor que realiza proyectos en estos espacios, ubicados en la ciudad de Monterrey, México. El diseño metodológico, por su parte, consistió en un estudio de casos donde se buscó explorar de manera empírica la realidad de los participantes dentro de un contexto determinado (Yin, 2009). Para esto se recurrió a trabajar con un conjunto de casos únicos, con el fin de, como menciona Stake (2007) poder contrastar los datos para realizar una triangulación de la información obtenida a través de la interacción con diversos escenarios y participantes dentro de los makerspaces analizados. A continuación, se detallan los escenarios, participantes e instrumentos utilizados, para luego explicar cómo se analizaron los datos.

3.1. Escenarios

Para realizar el trabajo de campo se visitó un makerspace dentro de una universidad y otro en un espacio externo que también funciona como taller de innovación. El primer espacio tiene como objetivo desarrollar prototipos de proyectos que traen los estudiantes o personas de la comunidad que buscan impactar a la sociedad. El espacio cuenta con 1100 metros cuadrados y se encuentra situado en una universidad de Monterrey, México. Cuenta con equipo y mobiliario destinado a facilitar la elaboración de los proyectos, el networking y la generación de ideas. Se pueden encontrar computadoras, cortadoras láser, router, máquinas de programación numérica y de modelación 3D (Figura 1).

Cada espacio dentro del taller tiene una función y cuenta con elementos lúdicos que favorecen la creatividad y el compartir ideas. Por ejemplo, un lugar para desarrollar equipos multidisciplinarios que comparten ideas a través de procesos de networking, laboratorios para generar sus prototipos y espacios para desarmar aparatos y construir otros nuevos. Los participantes inician con un proceso de aceptación del proyecto que sea factible con una propuesta de valor y pueden formar parte de talleres para aprender a usar las herramientas.



Figura 1. Imágenes de makerspace en universidad. Fuente: Elaboración propia.

El otro lugar que se visitó es un makerspace que se encuentra cerca de la universidad. Este taller es de iniciativa privada y se encarga de desarrollar proyectos de personas que han recibido fondos para realizar sus prototipos. Funciona como un espacio de asesoría que va desde la presentación del proyecto, según la convocatoria existente, hasta el desarrollo de un producto que pueda ser presentado a inversionistas (el espacio de trabajo se presenta en la Figura 2). Cuentan con un equipo de nueve personas, en su mayoría diseñadores industriales que ayudan a los emprendedores a saber qué materiales utilizar, cuál es el mejor diseño y cuáles proveedores son más convenientes. Algunos de los proyectos que desarrollan se enfocan en la parte médica como: exoesqueletos, juguetes para rehabilitación, prótesis, entre otros.



Figura 2. Makerspace fuera de la universidad. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Participantes

Los participantes de esta investigación fueron: la administradora del makerspace dentro de la universidad, el fundador del makerspace externo y un emprendedor que ha trabajado en estos espacios. La selección de la muestra se realizó con el fin de responder a la pregunta de investigación y determinar si los participantes en estos espacios efectivamente tienen la posibilidad de desarrollar la innovación y el emprendimiento.

La elección de conversar con personas de dos contextos diferentes fue con el fin de comparar las actividades de ambos lugares y la selección del emprendedor, para conocer su percepción sobre los alcances que pueden tener estos espacios. El método de selección fue por conveniencia, por el acceso que se tuvo a los informantes y también de bola de nieve, debido a que las personas entrevistadas brindaron referencias sobre otros participantes de interés (Valenzuela & Flores, 2013).

3.3. Instrumentos

Los datos se recolectaron a través de entrevistas semiestructuradas y observaciones participantes. Con las entrevistas se buscó conocer, desde el punto de vista de quienes dirigen los makerspaces, el papel que estos centros tienen sobre la formación de emprendedores y el desarrollo de emprendimientos. Esta información se trianguló con la entrevista realizada a un emprendedor que desarrolló su proyecto en estos espacios para validar los datos recolectados. Los espacios de entrevista se dieron en forma de conversación y se utilizó un cuestionario como guía para tener el control sobre los temas, enfocando los objetivos del estudio (Sánchez, 2001).

Dentro de las preguntas que guiaron la entrevista se encuentran:

- ¿Cómo se desarrollan las habilidades de emprendimiento en este tipo de ambientes?
- ¿Cuáles son las características de los participantes?
- ¿Qué herramientas de comunicación usan los participantes?
- ¿Cuál es la diferencia entre este tipo de emprendedores y los que se forman en las escuelas de negocios?
- ¿Cuáles son los objetivos de las personas, qué buscan al acercarse a este tipo de talleres?, ¿se da algún proceso de ayuda mutua entre las personas, comparten ideas, se da trabajo colaborativo?
- ¿Cuál es la diferencia de este tipo de formación con la formación en una universidad en cuanto a creatividad, herramientas, etc.?
- ¿Cuáles son las personas que más se acercan a esta modalidad?, ¿cuáles son los principales retos para estos emprendedores? y
- ¿Qué equipo humano y tecnológico tiene?

La observación participante permitió conocer más de cerca cómo se llevan a cabo las actividades en estos espacios, con el fin de poder describir los comportamientos que ocurren y las interacciones sociales que se

presentan entre los participantes (Vela, 2001). Se realizaron tres observaciones participantes que fueron registradas en notas de campo, además durante las entrevistas se registraron situaciones que permitieron complementar la información sobre las relaciones entre las personas, su forma de comunicarse, el papel que desempeñan dentro del taller, la percepción que tienen sobre el desarrollo de los emprendimientos y el ambiente en general de lo que ocurre en estos espacios.

3.4. Procedimiento de análisis de datos

El análisis de datos se llevó a cabo durante toda la investigación, ya que al realizar las diferentes entrevistas y observaciones fueron surgieron concordancias entre los datos recopilados. Esto ocurrió principalmente al realizar las transcripciones de las entrevistas, determinando en una forma inicial, que existían relaciones entre las diferentes opiniones de los participantes y los objetivos del estudio, las cuales se anotaron en un diario reflexivo que se llevó durante el transcurso de la investigación, lo que facilitó realizar el proceso de análisis (Maxwell, 2012).

De acuerdo con Ruiz (2003), una vez recopilados los datos, éstos deben ser categorizados y codificados para poder darles una interpretación según el contexto en que se tomaron. Por lo tanto, una vez que se tuvo toda la información recopilada, se procedió a la codificación de los datos utilizando el software MAXQDA 12, con el fin de segmentar los textos por grandes temas para obtener las evidencias de cada categoría (Valenzuela & Flores, 2013). Esta división por dominios de análisis provino de la revisión inicial que se llevó a cabo durante la investigación, pero también surgieron nuevas categorías inductivas al hacer el análisis de los datos. Esta primera codificación constó de 31 categorías.

Con la ayuda del software se extrajo la lista de códigos para agrupar los que fueran similares. En esta segunda revisión se dejaron cinco dominios de análisis que fueron: 1) características de los modelos de makerspaces a los que tienen acceso los emprendedores y sus funciones principales; 2) perfil de los participantes y las relaciones que se desarrollan en estos lugares; 3) tipos de formación que reciben para el desarrollo de proyectos; 4) habilidades que desarrolla el emprendedor y 5) ecosistema emprendedor y recursos disponibles.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de investigación para cada una de las categorías de análisis encontrados según la triangulación de la información obtenida a partir de las entrevistas y de la observación participante.

4.1. Modelos de makerspaces

Esta categoría de análisis comprende los modelos de makerspaces a los cuales los emprendedores tienen acceso para poder desarrollar sus prototipos y hacer realidad sus ideas. Uno de los modelos es el taller de innovación que se encuentra dentro de una institución académica. En este espacio se busca promover la innovación por medio de espacios lúdicos con el objetivo de desarrollar prototipos para presentar a posibles inversionistas, como mencionan los participantes de estos espacios: "...somos una incubadora de ideas, pero para concretar tu idea y presentarla a algún inversionista tienes que enseñarle algo que sea por lo menos de mínimo valor funcional" (Entrevista administradora makerspace).

Este producto mínimo viable (PMV) es considerado muy importante por los participantes y su desarrollo es facilitado por estos espacios, como lo muestran las opiniones generadas por los miembros de los talleres:

Para que empiecen a invertir en tí, y convertirlo en un negocio, el primer camino va a ser llegar a un producto tangible para que las empresas puedan ver el potencial, y a partir de ahí explicarlo porque ahorita le estás contando la idea y lo que va a suceder, pero cuando ellos vean tu producto, es cuando se van a meter para, ahora sí buscar la forma de escalar, es llegar a un producto básico para empezar la empresa (Entrevista emprendedor).

La función del makerspace es convertir esas ideas en proyectos, pasando por varios procesos que son facilitados por los espacios, como mencionaron:

Aquí hay innovación disruptiva sobre la que se generan patentes o también innovación incremental sobre algo que está hecho, se mejora, empezamos en un proceso de idea, de metodología de cómo se desarrolla, discusión, comprobación de propiedad intelectual, transferencia de conocimiento, marcas, registro, que es muy importante para la creación del producto. Ya para hacer tangible tu idea, va al laboratorio que es para crear prototipos, no se hace producción porque no somos aceleradora ni incubadora (Entrevista administradora makerspace).

Otro modelo de makerspace que se analizó en el estudio, es el que se realiza en espacios externos a las universidades. Estos talleres funcionan como empresas privadas que dan servicio de asesoría a quienes quieran realizar un proyecto con el fin de acceder a fondos de inversión. Su propósito es acompañar al empresario a través de todo el proceso de presentación a las convocatorias de atracción de fondos: “recopilamos emprendedores... les damos un seguimiento de cada uno de los proyectos, tienen la oportunidad ellos de un acompañamiento y... bien importante-vamos dando retroalimentación real de que sí se puede, qué no y qué va a funcionar, en nuestra experiencia” (Entrevista fundador makerspace).

De la opinión de los participantes se desprende que la asesoría por parte de personas encargadas de los makerspaces ayuda a que los emprendedores puedan sacar una mayor ventaja de los espacios de innovación, especialmente para el desarrollo de los productos y la utilización de la tecnología.

4.2. Perfil del emprendedor y relaciones entre los participantes

Esta categoría comprende las características de los participantes en los makerspaces, así como las relaciones que establecen entre ellos. Los entrevistados comentaron que los participantes de los makerspaces son, en su mayoría, estudiantes universitarios o graduados que buscan desarrollar prototipos, aunque cualquier persona pueda acceder a estos espacios si tiene un proyecto que sea viable, o que cumpla con los requisitos de las convocatorias.

El 90% son de los alumnos de la universidad, exalumnos, o de la comunidad. ...tenemos proyectos de todos los temas: biotecnología, mecánica, mecatrónica, y biomédica, pero no hay restricción para los que vienen de fuera. Es la minoría, pero estamos abiertos (Entrevista administradora makerspace).

Todos son ingenieros que traen un producto que innove (el perfil de las personas que tenemos en este momento), de alta tecnología para que sea comercializado. Creo yo que también eso es una ventaja, no están haciendo cosas que no puedan comercializarse o que sean muy futuristas, sino que son aterrizadas a la realidad (Entrevista fundador makerspace).

Aquí se promueven metodologías y trabajo colaborativo interdisciplinario, todo el valor de las ideas se incrementan entre más disciplinas participen en los equipos y eso lo es lo que se quiere hacer con la innovación abierta, aquí tal vez vienen alumnos a trabajar en un proyecto y conocen a otros que resuelven su problema porque traen ese conocimiento o habilidad que necesitan y entre todos se enriquecen (Entrevista administradora makerspace).

Estos participantes son personas jóvenes que tienen algún proyecto registrado para desarrollar un prototipo y utilizan estos espacios para buscar llevar a la realidad una solución a un problema que desean resolver.

Cuando ingreso al espacio puedo observar que los emprendedores están reunidos en una sala que se llama Escuela de Atenas, tiene una mesa grande y alrededor están los participantes de la reunión, todos son muy jóvenes, el ambiente es cordial, algunos conversan entre ellos, mientras una chica habla de su proyecto a los demás (Nota de campo observación makerspace).

Los participantes son los chicos que tienen proyecto registrado y que están dentro de la comunidad de emprendedores son estudiantes con ganas de que su proyecto prospere están acogidos aquí, donde les



damos el apoyo (Entrevista administradora makerspace).

Dentro de la comunidad de emprendedores se dan diferentes tipos de relaciones; por un lado, en el makerspace de la universidad, los participantes mencionan que existe colaboración entre ellos en las áreas en las que no tienen experiencia, especialmente entre los que pasan más tiempo en el espacio, ya que hay otros estudiantes que solo utilizan el lugar para hacer proyectos breves y no participan tanto como para relacionarse más:

...tenemos bastante contacto, cuando los que están en biotecnología tienen un problema en algo térmico nosotros, que nos dedicamos a la temperatura al calor y todo, nos ayudamos o, de cómo registras a la empresa, cómo pagas los impuestos, y todo, sí nos apoyamos bastante, con los otros casi, pues no interactuamos como que no tienen tanto interés, solo, ah vamos a construir algo solo para cumplir con la calificación (Entrevista emprendedor).

A diferencia del taller universitario, en el taller externo no se relacionan, ya que los emprendedores trabajan cada uno su proyecto: “Tratamos de que cada proyecto se rija por su lado, buscamos que saquen su proyecto-no es que no queramos que convivan- pero aparte que las agendas son muy diferentes, unos están en profesional, otros graduados, otros que solo se dedican a esto” (Entrevista fundador de makerspace).

4.3. Tipos de formación para el desarrollo de proyectos

Esta categoría contempla los procesos de formación que se dan en estos espacios y los tipos de información que reciben los emprendedores. Para los participantes, dentro de los makerspaces los emprendedores se encuentran en un constante proceso de formación: “...ellos aprenden a utilizar las máquinas y herramientas, a desarrollar prototipos, a conocer nuevas estrategias en un ambiente que busca motivar la creatividad y a solucionar problemas” (Entrevista administradora makerspace).

En el espacio donde se encuentran las impresoras láser, están tres chicos trabajando, ellos me comentan que están imprimiendo un diseño para un auto con el que van a entrar en un concurso, me explican que el diseño lo hicieron en un programa que aprendieron en el maker, porque antes no lo conocían, manejan los equipos con mucha precisión, están usando la computadora, el celular, la impresora, quieren ganar el concurso nacional para ir a competir a Singapur (Nota de campo 1).

Se promueve también la curiosidad y el descubrimiento a través de los espacios, como mencionó la administradora del maker:

Aquí les das la oportunidad de hacer la ingeniería inversa, descomponer aparatos, ver lo que tienen adentro ver cómo funcionan motores o conectores eléctricos, o tal vez engranes y de ahí traer para lo que te sirva para crear un nuevo aparato, aquí diseccionan, conocen desbaratan y comienzan a ensamblar algo. Para este primer paso, tenemos aparatos herramientas y también computadoras con software para diseño, modelación en 3 D, etc. Aquí te dan talleres de modelación para usar la cortadora láser, el router, máquinas de programación numérica, todos esos talleres los damos aquí, cualquiera lo puede tomar (Entrevista administradora makerspace).

Además, en las juntas y charlas se les da a conocer conceptos relacionados con la innovación como parte de la formación que se da indirectamente en los espacios:

Durante la charla el director del makerspace habla constantemente de términos como design thinking, lean start up, TRL (Technology Readiness Level, niveles de maduración de los proyectos), innovación disruptiva, innovación abierta, es un espacio de capacitación no formal en el que quien preside la reunión les explica los conceptos para que ellos los relacionen con lo que están viviendo y les pregunta si los conocen y los invita a buscarlos (Nota de campo 2).

Los entrevistados consideran que esta formación difiere de la que se da en los cursos universitarios de administración de empresas, porque es algo que debe generar un producto y hay un mayor compromiso. En el caso del makerspace externo deben dar un servicio:

Nosotros sí estamos presionando para que salga, porque nosotros tenemos que rendir cuentas, eso es lo que es diferente y que nos da ventaja, como somos una empresa el resultado es lo que importa...o sea, sí importan las iteraciones (repeticiones), pero lo que importa es el producto” (Entrevista fundador de makerspace).

Para los emprendedores que asisten al makerspace en la universidad, el aprendizaje depende del compromiso y la motivación con el proyecto:

Veo gente que viene y que quiere crear su empresa, depende mucho por la razón por la que quieres crear una empresa, si es solo por ser cool y así, o si realmente estás tratando de resolver un problema que realmente te importa y que si tú no lo haces nadie lo va a hacer... si estás usando el makerspace y estás emprendiendo algo, el ritmo al que aprendes es mucho mayor porque tienes otras motivaciones y no solo no reprobar, por ejemplo: si un tío tuyo invirtió un millón de pesos, tienes mucha responsabilidad en la empresa... entonces eso te permite aprender a un ritmo acelerado. si es que puedes controlar tu estrés y tienes la motivación para despertarte todos los días y trabajar 12 horas o más, pero si no tienes esa motivación, no lo vas a poder hacer (Entrevista emprendedor).

4.4. Habilidades del emprendedor

La cuarta categoría que se desprende del estudio está relacionada con las habilidades de emprendimiento que se logran generar a través de estos espacios, así como las que los encuestados consideran que deben tener los emprendedores para llegar a tener éxito en sus proyectos para poder sobreponerse a los retos que van a encontrar en el camino.

Los entrevistados consideran que existen habilidades técnicas que se aprenden, como mencionó uno de los participantes: “...la habilidad de prototipado que es mucha experimentación y agarrar la experiencia” (Entrevista emprendedor). Y que son facilitados por los espacios y las herramientas “sin ellas (las impresoras 3D), lo que estamos haciendo no hubiera sido posible, porque nosotros imprimimos muchas piezas en 3D para producir nuestros prototipos con 3D” (Entrevista emprendedor).

Pero también hay características personales que ayudan a los emprendedores a superar los retos como la perseverancia: “...tener tenacidad y seguir adelante, muchos podrán tener iniciativa...pero si no tengo los recursos, la retribución económica... tienes que tratar de controlar tus emociones, si el prototipo no funciona, pues ni modo, tienes que seguir intentando” (Entrevista fundador de makerspace).

Para los emprendedores los retos se relacionan con el uso de la tecnología y la adquisición de los conocimientos en disciplinas que no son de su especialidad, por lo que en estos espacios se promueve la multidisciplinariedad en los equipos de trabajo:

Dentro de los retos primero sacar la tecnología... porque creemos que, ya teniendo una tecnología buena, las otras cosas se van facilitando poco a poco, o sea si tú le demuestras al inversionista que tienes una tecnología 10 veces mejor de la que existe actualmente ya te puede depositar la confianza que necesitas, o sea ya tiene la confianza necesaria para darte el dinero y puedes ir cumpliendo las demás cosas (Entrevista emprendedor).

Una de las cosas que más enriquecen es la multidisciplinaria, uno de los proyectos más exitosos que hemos tenido, tenía una multidisciplinaria en su equipo: un físico, un químico, un mecatrónico, mucho donde se atoraban lo resolvía la de mercadotecnia, digo... nunca hay que dejar de lado esas disciplinas que son no técnicas pero que nos ayudan a resolver problemas (Entrevista administradora makerspace).

En el caso del emprendedor entrevistado, se encontró que ha desarrollado su proyecto dentro de este espacio y ha logrado crear su empresa la cual consiste en la creación de ropa con tecnología de avanzada que ayuda a la regulación de la temperatura del cuerpo. Esto lo lograron integrando tecnologías que se encuentran fuera de la industria textil, como robótica e inteligencia artificial, para fabricar tela de alto rendimiento. Como mencionó el emprendedor entrevistado:

la que estamos trabajando es de alto rendimiento, es un tipo tela que te ayuda a sacar el calor y a enfriar de forma más eficiente que las actuales, y eso lo hacemos haciendo que sudas más eficientemente, todo lo que tú sudas se evapora para que se enfríe todo el sudor que se queda en tu ropa o que se cae es recurso que se está desperdiciando recurso valioso de tu hidratación entonces nosotros la tela está toda enfocada es como un tipo dry fit pero llevado al siguiente nivel usando materiales muy diferentes (Entrevista emprendedor).

Este proyecto inició en el año 2013, con la idea que tenía el creador de que resolver el problema de que la ropa no regula la temperatura del cuerpo, que siempre protege de la misma forma, aunque las circunstancias del ambiente estén cambiando, por lo que se vio una oportunidad para crear prototipos que llevaron a desarrollar la tecnología para los deportistas como mencionó el emprendedor en la entrevista:

me di cuenta de que la ropa no era lo suficientemente inteligente para regular nuestra temperatura porque cuando tú te pones una ropa siempre te está dando la misma protección térmica, siempre te está protegiendo igual, mientras todo lo demás está cambiando: tu actividad física normalmente está cambiando, las condiciones ambientales están cambiando, algunas veces tienes sol otras están en la sombra, luego hay viento no hay viento, la humedad es diferente...

...empecé a hacer prototipos con respecto a eso, pero eran prototipos muy diferentes a lo que han llevado, o sea fue la iteración de eso que me fue llevando a encontrar oportunidades que pudiera aprovechar a lo que estoy haciendo ahora, me sirvió mucho también que tenía buenas bases técnicas soy ingeniero físico y tengo una maestría en energía y me ayuda realmente a entender bien que es lo que está pasando con el cuerpo y que se podría hacer de mejor forma.

Ahora estamos trabajando con una marca de ropa deportiva, si nosotros podemos generar algo que realmente aumente la eficiencia, mucho podemos mejorar el cuerpo de esa forma, pudiera ser algo que nadie ha podido hacer usando las telas normales entonces creo que sí podemos agregar mucho valor que al principio puede ser caro, pero luego irá bajando a medida que aumentamos las unidades y vayamos mejorando la infraestructura (Entrevista emprendedor).

Todo este proceso de la puesta en práctica de la idea lo ha realizado en el makerspace, gracias a las facilidades para desarrollar la tecnología y poder hacer las pruebas:

ya llevamos bastante acá y nos ha servido mucho para crear los prototipos y durante todo ese proceso recibimos inversión, hemos ganado varios premios nos hemos enfocado toda la inversión a seguir mejorando y nos ha ayudado mucho a bajar los costos el maker, porque nos dan un lugar de trabajo, nos permiten utilizar su maquinaria, ha sido muy bueno que nos den el hardware porque luego las máquinas son lo más caro al principio (Entrevista emprendedor).

4.5. Ecosistema emprendedor y recursos disponibles

Esta última categoría está relacionada con las oportunidades y desafíos que presenta el ecosistema emprendedor. Los participantes consideran que la coyuntura actual del país en materia de emprendimiento es apropiada para que cada vez más personas se beneficien de los diferentes recursos disponibles garantizados por un ecosistema emprendedor: "...hay muchas oportunidades, México reconoce que su mayor sustento de la economía son las pymes... creo yo que por eso hay tantos fondos de la secretaría de economía para poder apoyar proyectos innovadores y de alta tecnología" (Entrevista fundador de makerspace).

Estos fondos son manejados por los talleres de alta especialización que han sido acreditados por el INADEM para apoyar a los emprendedores: "...pues bajamos dos fondos con el makerspace, fueron como 430 mil pesos, un fondo de gobierno que nos ayudó a hacer los prototipos, luego hemos ganado premios que nos dio también bastante ayuda" (Entrevista emprendedor). "Nosotros trabajamos con 14 proyectos que han recibido fondos para su desarrollo" (Entrevista fundador makerspace).

Sobre los desafíos, los encuestados opinan que para aprovechar las oportunidades es necesario ser originales y manejar bien los recursos: "creo que faltan ideas originales, que no traten de copiarse de lo que esté funcionando en otros países" (Entrevista emprendedor).

Hay que creérsela, que no es un juego. Hay que dedicarle tiempo, que hay que dedicarle dinero, o sea, porque muchos proyectos buscan bajar el recurso, pero si no lo aplican bien para su proyecto, no consiguen la meta...yo creo que hay una buena oportunidad para quien quiera acercarse... creo que sí han aterrizado muy bien las tendencias de emprendimiento a nivel mundial para aplicarlas a México y poder asignar recursos y distribuirlos correctamente (sobre el ecosistema emprendedor) (Entrevista fundador makerspace).

5. Discusión y conclusiones

El tema de la creación de nuevas empresas y de la forma de adquirir conocimientos para emprenderlas, se ha analizado tradicionalmente desde la educación en entornos formales, sin embargo, surgen nuevas alternativas innovadoras que se desarrollan en espacios lúdicos y abiertos y que acercan a los estudiantes de una forma más activa al conocimiento. Este es el caso de los makerspaces, que han surgido como parte de un movimiento de uso creativo de las herramientas tecnológicas, con el fin de desarrollar ideas innovadoras que solucionen problemas planteados por los mismos intereses de los participantes (Smith 2017).

Estos espacios educativos se pueden ubicar dentro de la clasificación que hacen Rogoff, Gutiérrez y Erickson (2016), en la que determinaron que la formación se puede dar fuera del aula desde el entorno familiar, la comunidad, los espacios extraescolares y los lugares donde pueden interactuar con objetos para desarrollar ideas sin la rigidez de un programa de estudio. En el caso de los participantes del estudio se sugiere que la posibilidad de interactuar con las herramientas de alta tecnología en los makerspaces y los recursos de formación que tienen a su alrededor sí les permiten innovar la innovación y el desarrollo de habilidades para emprender, como lo representan los participantes observados en el estudio, así como la experiencia del emprendedor entrevistado. Esto concuerda con otros estudios que ven a estos espacios como generadores de las capacidades de emprendimiento y desarrollo de empresas (Anderson, 2016; Hui & Gerber, 2017).

Otro aspecto analizado fue el desarrollo de networking entre los participantes. En este caso las relaciones y redes de colaboración fueron más desarrolladas en el espacio universitario, entre personas que permanecen más tiempo utilizando las instalaciones y que tienen un compromiso mayor con su proyecto. Esta colaboración responde a uno de los propósitos de estos espacios, encontrado también en otro estudio en México, en el cual se expone la necesidad de que los makerspaces faciliten el compartir experiencias y conocimiento entre todos los actores (Miranda et al, 2017). Las observaciones realizadas en el maker permitieron establecer que los participantes interactúan de manera interdisciplinaria, tanto con otros emprendedores como con los encargados de los espacios, quienes los dirigen y les dan soporte.

Para futuros estudios se recomienda continuar con el análisis de las redes de networking, para determinar cuál es el rol de estos espacios dentro del ecosistema emprendedor y como sacar mejor provecho de los recursos y la información que se generan (Harper-Anderson, 2018). Además, analizar los casos de éxito desarrollados dentro de estos espacios y cómo se pueden replicar estos lugares, de manera que lleguen a más personas, como ya se hace en otros países, donde los makerspaces son semilleros de pequeñas empresas y siguen una política de puertas abiertas involucrando a las comunidades (Smith, 2017).

Este estudio permitió ver que las transformaciones generadas por la era digital llevan a repensar la forma de hacer las cosas, sin embargo, se encuentra que en el campo educativo este cambio no siempre va acorde con las necesidades actuales. En un mundo cada vez más interconectado es necesario analizar lo que sí funciona para lograr involucrar más al estudiante en el aprendizaje (Rheingold, 2010). Además, se debe considerar que es necesario formar a los estudiantes con las nuevas herramientas digitales y prepararlos para los retos que deberán enfrentar.

Por lo tanto, los encargados de diseñar los programas educativos que formen a los ciudadanos para enfrentar estos retos deben desarrollar también nuevas habilidades que, como el emprendedor, originen innovaciones exponenciales hacia el desarrollo de prácticas pedagógicas acordes a las nuevas necesidades educativas.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Portuguez Castro, M.; Gómez Zermeño, M. G. (2019). Makerspaces como espacios educativos de innovación y desarrollo de emprendimientos. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC)*, 6(2), 19-32. (www.ijisebc.com)

Referencias

- Anderson, C. (2013). *MAKERS: La nueva revolución industrial*. Barcelona, España: Empresa Activa.
- Anderson, C. (2016). The maker movement: Tangible goods emerge from ones and zeros. *Wired*. (<https://www.wired.com/2013/04/makermovement/>)
- Benkler, Y. (2015). La riqueza de las redes. Barcelona: Icaria Editorial.
- Browder, R.; Aldrich, H.; Bradley, S. (2019). The emergence of the maker movement: Implications for entrepreneurship research. *Journal of Business Venturing*, 34(3), 459-476.
- Cankar, S.; Cankar, F. (2013). Innovation Can Be Learned. In *Proceedings of the Annual International Conference of the Bulgarian Comparative Education Society* (pp. 145-150).
- Castaño, C.; Garay, U.; Themistokleous, S. (2018). De la revolución del software a la del hardware en educación superior. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 135-153. doi: 10.5944/ried.21.1.18823
- Dougherty, D. (2013). The Maker Movement. *Innovations Technology. MIT Press Journals*, 7(3), 11-14.
- Dougherty, D. (2016). *Free to make: How the maker movement is changing our schools, our jobs, and our minds*. Berkeley, CA: North Atlantic Books.
- García, J.; García, F. (2015). Artesanía digital y modernidad educativa. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 13-31. doi: 10.14201/eks20151611331
- Gershenfeld, N. (2012). How to make almost anything: the digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, 91, 43-57.
- González, J.; Estebanell, M.; Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de pensamiento computacional y los futuros maestros. *Education In The Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. doi: 10.14201/eks20181922945
- Harper Anderson, E. (2018). Intersections of Partnership and Leadership in Entrepreneurial Ecosystems: Comparing Three U.S. Regions. *Economic Development Quarterly*, 32(2), 119-134.
- Hatch, M. (2014). *The maker manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers and tinkerers*. New York: McGraw-Hill.
- Hui, J.; Gerber E. (2017). Developing Makerspaces as Sites of Entrepreneurship. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing* (pp. 2023-2038).
- Husted, S.; Rodríguez, G. O.; Álvarez, M. P. (2017). Digitlab: tecnologías emergentes y ambientes de aprendizaje mediado por tecnologías para fortalecer habilidades de pensamiento y comunicación en las disciplinas del diseño. *Ámbitos: Revista Internacional de Comunicación*, 35, 1-15.
- Lindtner, S. (2015). Hacking with chinese characteristics: the promises of the maker movement against China's manufacturing culture. *Science, Technology & Human Values*, 40(5), 854-879.
- Llisterri, J. J.; Gligo, N.; Homs, O.; Ruíz-Devesa, D. (2014). Educación técnica y formación profesional en América Latina. El reto de la productividad. *Serie Políticas Públicas y Transformación Productiva*, 13. Caracas: CAF. (<http://scioteca.caf.com/handle/123456789/378>)
- Maxwell, J. A. (2012). *Qualitative Research Design: An Interactive Approach*. California: SAGE Publications, Inc.
- Miranda, J.; Chavarría-Barrientos, D.; Ramírez-Cadena, M.; Macías, M. E.; Ponce, P.; Noguez, J.; Wright, P.; Molina, A.; Pérez-Rodríguez, R. (2017). Open innovation laboratory for rapid realization of sensing, smart and sustainable products (S3 Products) for higher education. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 11(5), 1206-1212.

- Morales, Y.; Dutrénit, G. (2017). El movimiento Maker y los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 5(15), 33-51. doi: 10.22201/enesl.20078064e.2017.15.62588
- Morefield-Lang, H. (2015). Change in the making: Makerspaces and the ever-changing landscape of libraries. *TechTrends*, 59(3), 107-112.
- Nascimento, S.; Pólvera, A. (2019). Maker cultures and the prospects for technological action. *Science and Engineering Ethics*, 24(3), 927-946.
- Osborne, M. (2016). How can innovative learning environments promote the diffusion of innovation?. *Teachers and Curriculum*, 16(2), 11-17.
- Oumlil, R.; Juiz, C. (2016). An Up-to-date Survey in barriers to open innovation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(3), 137-152. doi: 10.4067/S0718-27242016000300016
- Portuguez, M.; Valenzuela, J.; Navarro, C. (2018). Diseño y validación de un test de evaluación del potencial en emprendimiento social. *REVESCO. Revista De Estudios Cooperativos*, 128. doi: 10.5209/REVE.60207
- Ramírez-Montoya, M.; García, F. (2018). Co-creación e innovación abierta: Revisión sistemática de literatura. *Comunicar*, 54(26), 9-18.
- Rheingold, H. (2010). Attention, and Other 21st-Century Social Media Literacies. *Educause Review*, 45(5), 14-24. (<https://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/erm1050.pdf>)
- Rifkin, J. (2015). *La sociedad de coste marginal cero*. México, DF: Ediciones Culturales. Paidós. (Trabajo original publicado en 2014).
- Rogoff, B.; Gutiérrez, K.; Erickson, F. (2016). The Organization of Informal Learning. *Review of Research in Education*, 40(1), 356-401. doi: 10.3102/0091732X16680994
- Rubio, E.; Gómez, M. (2016). Propuesta de diseño de un modelo educativo integral para capacitaciones corporativas. *Revista Academia y Virtualidad*, 9(1), 52-67. doi: 10.18359/ravi.1496
- Ruiz, J. (2003). *Metodología de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Sánchez, R. (2001). La observación participante como escenario y configuración de la diversidad de significados. In M. L. Tarrés (Ed.), *Observar, escuchar y comprender: Sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 97-131). México, D. F.: FLACSO México.
- Salgado, E.; Gómez, M.; Pintor, M. (2017). Educación rural y la adquisición de competencias laborales: una innovación mediante el uso de recursos digitales. *Educatio Siglo XXI*, 35(1), 33-54. doi: 10.6018/286211
- Shively, K. (2017). Reflections from the field: Creating an elementary living learning makerspace. *Learning communities Research and Practice*, 5(1).
- Smith, A. (2017). Innovación social, democracia y makerspaces. *Revista Española del Tercer Sector*, 36, 49-74.
- Stake, R. (2007). *Investigación como estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Suárez-Guerrero, C.; Muñoz, J. (2017). Networking and cooperation as school improvement elements. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 349-402. doi: 10.20511/pyr2017.v5n1.150
- Tabarés, R., (2018). La importancia de la cultura tecnológica en el movimiento maker. *Arbor*, 194(789), 1-13.
- Taylor, S.; Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados*. Barcelona: Paidós.
- UNESCO (2018). *Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. (<https://es.unesco.org/node/266395>)
- Valenzuela, J.; Flores, M. (2013). *Fundamentos de investigación educativa*. Monterrey: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Vela, F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. In M. L. Tarrés (Ed.), *Observar, escuchar y comprender: Sobre la tradición cualitativa en la investigación social* (pp. 63-95). México, D. F.: FLACSO México.
- Vossoughi, S.; Bevan, B. (2014). Making and tinkering: A review of the literature. In National Research Council Committee on Out of School Time STEM (pp. 1-55).
- Yin, R. (2009). *Case Study Research*. EE. UU.: Sage.