

**Maximino Matus, Jordi Colobrans y Artur Serra**

Los *fab lab* o la pro-  
gramación del mundo  
físico: Entre el *bricoleur*  
y el *bricoler*

# Los *fab lab* o la programación del mundo físico: Entre el *bricoleur* y el *bricoler*

Maximino Matus (0000-0001-7507-0343) <sup>1</sup>

Jordi Colobrans (0000-0002-6117-9935) <sup>2</sup>

Artur Serra (0000-0001-8979-772X) <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Catedrático CONACYT adscrito a El Colegio de la Frontera Norte. [matus@colef.mx](mailto:matus@colef.mx)

<sup>2</sup> Profesor. Universidad de Barcelona. [jcolobransd@ub.edu](mailto:jcolobransd@ub.edu)

<sup>3</sup> Director adjunto I2CAT. [Artur.Serra@i2cat.net](mailto:Artur.Serra@i2cat.net)

**Fecha de recepción:** 11 de febrero de 2020 | **Fecha de aceptación:** 17 de julio de 2020

## Resumen

El artículo tiene como objetivo explorar el surgimiento de los *fab lab* y sus posibles impactos en el trabajo y la cultura material allí donde estos talleres son adoptados. Para ello se hace un recuento de su surgimiento y se presentan algunos ejemplos de la forma en que operan. Se argumenta que los *fab lab* tienen el potencial de democratizar la teoría del diseño de lo artificial de Herbert Simon (1969) a la ciudadanía. Si dichas tecnologías son utilizadas por la ciudadanía para fabricar los elementos materiales que necesitan, tendrían la capacidad de codiseñar su cultura material en el sentido propuesto por Malinowski (1931). Empero, la evidencia muestra que la ciudadanía no siempre se apropia de estos talleres, en el mejor de los casos se limita a reproducir objetos a partir de una lógica *bricoleur* —o bricolaje— y no los crea sintéticamente desde el pensamiento conceptual del tipo *bricoler*. Se concluye que es necesario impulsar ciencias ciudadanas de lo artificial que promuevan nuevos modelos de innovación universal e impacten positivamente en el futuro de la vida cotidiana y el trabajo.

**Palabras clave** | Fab Lab, Fabricación digital, Futuro del trabajo, Ciudadanía.

## The Fab Lab or the Programming of the Physical World: Between the Bricoleur and the Bricoler

### Abstract

The article aims to explore the emergence of fab labs and their possible impacts on work and material culture where these workshops are adopted. To do this, an account of their emergence is made and some examples of how they operate are presented. It is argued that fab labs have the potential to democratize Herbert Simon's (1969) design theory of the artificial to citizenship. If these technologies are used by citizens to manufacture the material elements they need, they would have the ability to co-design their material culture in the sense proposed by Malinowski (1931). However, the evidence shows that citizens do not always appropriate these workshops, at best they limit themselves to reproducing objects based on a bricoleur -or DIY- logic and they do not create them synthetically from the conceptual thinking of the bricoler type. It is concluded that it is necessary to promote citizen sciences of the artificial that promote new models of universal innovation and positively impact of daily life and work..

**Keywords** | Fab Lab, Digital Print, Future of Work, Citizenship.

### Copyright

Centro de Diseño y Comunicación, S.C.© 2020. Este es un artículo de acceso abierto distribuido según los términos de la Licencia de Atribución de Creative Commons ([CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)), que permite la descarga, el uso y la distribución en cualquier medio, sin propósitos comerciales y sin derivadas, siempre que se acredite al autor original y la fuente.

*La prueba de separación de bits y átomos ha terminado.  
En los primeros días de la revolución digital,  
parecía útil separar estas unidades elementales de materialidad e información.  
Lo virtual y lo físico fueron imaginados como reinos separados  
(William Mitchell, Me++ The Cyborg Self and the Networked City, 2003).*

## Introducción

En *The Science of the Artificial* (1969), Herbert Simon nos invita a diferenciar entre lo artificial y lo sintético: “una gema hecha de cristal y coloreada para parecerse a un zafiro será llamada artificial, mientras que una gema hecha por los humanos químicamente indistinguible de un zafiro será llamada sintética” (Simon, 1969, p. 4). Es decir que lo artificial imita objetos a partir de la reproducción de algunas características de los mismos, en tanto que lo sintético crea nuevos objetos que son prácticamente indistinguibles de los originales; mientras algunas culturas reproducen lo natural y sus patrones –biomímesis– (*Biomimicry Iberia*, 2018) para adaptarse al medio ambiente, otras crean naturaleza sintética que no solo se adapta al medio ambiente, sino que también lo modifica e impacta en sus sociedades y culturas correspondientes; en este sentido el antropoceno (Crutzen, 2006) es una era geológica tanto artificial como sintética. La pregunta es si estamos dispuestos como sociedad a que solo unos cuantos diseñen la naturaleza sintética y una gran mayoría que solo se adapte a ella mediante su reproducción artificial.

Desde nuestra perspectiva, lo artificial y lo sintético son dominios que pueden equipararse a las lógicas del pensamiento *bricoleur* –o bricolaje– y *bricoler* propuestas por Lévi-Strauss en *El pensamiento salvaje* (1964). El pensamiento del primer tipo –*bricoleur*– es aquel que obra sin un plan establecido, sus procedimientos están apartados de los usos tecnológicos normales y en lugar de operar con materias primas, utiliza remanentes de invenciones pasadas, es decir, materiales procesados para otros usos y fines (Lévi-Strauss, 1964). Un ejemplo de este pensamiento serían aquellas reparaciones que hacemos en casa –fontanería, electricidad, autoconstrucción, etc.–, con lo que tengamos a la mano, sin llamar

a profesionales o comprar los productos de marcas originales. En cambio, el pensamiento tipo *bricoler* –el de los ingenieros– subordina sus tareas a la obtención de materias primas y de instrumentos previamente concebidos y obtenidos a la medida de los requerimientos de su proyecto.

En el primer caso –*bricoleur* o bricolaje– el universo instrumental está cerrado, pues parte de los remanentes de materiales ya dispuestos, trozos antes modelados. En cambio, en el *bricoler* el universo instrumental está abierto, ya que parte del modelaje de sus propias materias primas para crear nuevos objetos.

Hace ya medio siglo que Herbert Simon (1969) señalaba la necesidad de que como sociedad evolucionemos hacia el dominio de lo sintético –*bricoler*–; tanto en las llamadas ciencias naturales como en las sociales, en las ingenierías y en las humanidades, para a partir de ello intervenir el mundo, no creando imitaciones de la naturaleza que hemos destruido –sin que ello quiera decir que no se deba recuperar y preservar–, sino creando nuestra propia naturaleza sintética. Lo cual, demanda consecuentemente, el desarrollo de modelos sintéticos de sociedades más inclusivas y culturas que crean su presente y modelan su futuro (culturas pre configuradas, siguiendo a Margaret Mead (2009), en lugar de solo retomar las posibilidades existentes y los conocimientos previos.

Para Herbert Simon (1969) hablar de lo sintético es hablar del mundo de la ingeniería y el diseño, es decir, de la creación de aquello que no existe para resolver necesidades específicas, en tanto que el dominio de la ciencia es aquel que corresponde al análisis de la naturaleza y los objetos, es decir, de aquello que existe. En este punto es necesario precisar que a partir de la propuesta desarrollada por Lévi-Strauss (1964), se entiende que tanto el mundo de la ciencia tradicional, como el mundo de la ingeniería y lo sintético pertenecen al dominio del *bricoler*. Por su parte, Malinowski consideraba que en las sociedades tradicionales existía un doble tipo de conocimiento, el dominio de la magia y la ciencia no son excluyentes (Malinowski, 1985). En este sentido, la distinción de Simon

es más radical, pues relega la ciencia tradicional al mundo que imita o reproduce lo existente –*bricoleur* o bricolaje.

Pero ¿sería posible una ciencia de lo artificial? es decir ¿puede existir una ciencia que además de analizar objetos existentes también estudie objetos posibles, y una ingeniería –ciencias del diseño– que además de intervenir el mundo con nuevos objetos, se preocupa por describir su comportamiento en el mundo intervenido?

Para diseñar lo artificial Simon nos propone distinguir entre el medio ambiente interno, desde donde se diseña, y el externo, es decir el ambiente que se interviene. El mundo artificial se encuentra en la intersección de ambos y busca alcanzar sus objetivos adaptando el primero al segundo. Por ello Simon considera que para diseñar lo artificial las escuelas profesionales deben enseñar la ciencia del diseño: “un cuerpo de pensamiento intelectual, analítico, parcialmente formal, parcialmente empírico, doctrina didáctica sobre el proceso de diseño” (Simon, 1969, p. 113).<sup>1</sup> Dichas ciencias del diseño demandaban entre otras cosas del emergente pensamiento computacional.

Desde nuestra perspectiva, la transmisión de las capacidades necesarias para diseñar lo artificial ya no concierne solo a las instituciones de educación formal; los desafíos del mundo actual no requieren de una pequeña élite intelectual capaz de modificar lo natural mediante su creación artificial, sino que todas las personas que así lo deseen deberían poder hacerlo, y para ello, es necesario impulsar estructuras habilitadoras que permitan la innovación universal; las tecnologías de manufactura distribuida asistida por computadora (*Computer-Aided Manufacturing, CAM*) están disponibles y el conocimiento para manipularlas mediante el diseño distribuido por computadora (*Computer-Aided Design, CAD*) es cada vez más abierto. Ahora necesitamos una aproximación crítica a las teorías del diseño para intervenir la naturaleza desde lo artificial:

---

<sup>1</sup> [Trad. del A.] Texto original: [...] a body of intellectually tough, analytic, partly formalizable, partly empirical, teachable doctrine about the design process (Simon, 1969, p. 113).

[...] la necesidad de hacer explícita y precisa la teoría del diseño con la finalidad de introducir a las computadoras al proceso ha sido un factor clave en el establecimiento de su aceptación académica y reconocimiento de su pertinencia en las universidades (Simon, 1996, p. 114).<sup>2</sup>

En este tenor, consideramos necesario democratizar la teoría del diseño y facilitar el acceso y uso de computadoras conectadas a Internet entre las poblaciones que siguen estando fuera de la llamada revolución digital, para que puedan generar formas particulares de intervenir el mundo material mediante el desarrollo de sus propios diseños, y no solo retomando los existentes.

En la actualidad se cuenta con la tecnología necesaria para llevar la teoría del diseño de lo artificial fuera las instituciones académicas, tal es el caso de las tecnologías asociadas a la operación de los *fab lab*. Desde nuestra perspectiva, si dichas tecnologías son introducidas de forma adecuada dentro de un grupo social que las apropia para solucionar problemas de su vida cotidiana y eventos extraordinarios, tendrían la capacidad de co diseñar el medio ambiente artificial y a la propia cultura material, en el sentido propuesto por Malinowski (1931):

Estos pertrechos materiales del hombre [...] constituyen todos y cada uno los aspectos más evidentes y tangibles de la cultura. Determinan su nivel y constituyen su eficacia. El equipamiento material de la cultura no es, no obstante, una fuerza en sí mismo. Es necesario el conocimiento para fabricar, manejar y utilizar los artefactos (Malinowski, 1931, pp. 1-2).

---

<sup>2</sup> [Trad. del A.] Texto original: *The need to make design theory explicit and precise in order to introduce computers into the process has been the key to establishing its academic accept ability its appropriateness for a university.*

Desde nuestra perspectiva, dicho conocimiento se refiere a una teoría primigenia de diseño que está detrás de su fabricación, sin embargo, Malinowski no se interesaba por la forma (el diseño), sino por su función. Por eso consideraba que la antropología funcionalista debía poner atención en comprender el uso de los objetos en su relación con la satisfacción de necesidades primarias (orgánicas) y secundarias.

Por su parte, desde el pensamiento estructuralista, Lévi-Strauss se interesaba por ambos dominios (forma o diseño y función); los objetos en sí mismos como pertenecientes a estructuras previas con posibilidades combinatorias emergentes, pero siempre limitadas a lo dispuesto: "Cada elemento representa un conjunto de relaciones, a la vez, concretas y virtuales; son operadores, pero utilizables con vistas a operaciones cualesquiera en el seno de un tipo" (Lévi-Strauss, 1964, p. 37).

A partir del concepto de cultura material de Malinowski (1931), y la potencialidad del pensamiento *bricoleur* o bricolaje y *bricoler* de Lévi-Strauss (1964), en este artículo analizamos la emergencia de los *fab lab*, algunas de sus características distintivas, y su potencial para impactar en el futuro del trabajo y la cultura material de las localidades donde son establecidos. Para ello en la primera sección exploramos la historia de los Fabricadores Personales (FP) desarrolladas por el *Massachusetts Technology Institute* (MIT). El segundo apartado elabora sobre la democratización de dicha tecnología en su forma de *fab lab* como un novedoso proyecto de apropiación social de la ciencia y la innovación abierta. Por último, el tercer apartado retoma la propuesta de los hermanos Gershenfeld sobre el potencial de los *fab lab* para analizar sus posibles impactos en el futuro del trabajo. En las conclusiones argumentamos que las nuevas estructuras de la sociedad digital y del conocimiento son estructuras sociales que se construyen sobre la base de las infraestructuras digitales y, su principal característica, es que son laboratorios vivos abiertos a la ciudadanía, entre ellos los *fab lab*, los cuales tienen el potencial de transformar radicalmente la cultura material o el medio ambiente artificial, siempre y cuando la teoría del diseño sea democratizada adecuadamente para que todos los ciudadanos que así lo deseen produzcan objetos sintéticos y no solo reproduzcan los existentes.

### La emergencia de los Fabricadores Personales y las impresoras 3D

Las primeras impresoras de objetos tridimensionales (3D), fueron inventadas dentro del MIT. Su desarrollo se extendió a lo largo del último cuarto del siglo XX. Uno de sus principales promotores fue Neil Gershenfeld, director del Centro de Bits y Átomos (CBA) fundado en 2002 con apoyo de la *National Science Foundation* (NRF) y adscrito al MIT Media Lab. El objetivo del CBA es desarrollar investigación sobre las fronteras entre las ciencias de la computación y la física. Para ello trabajan en la creación y manipulación de ínfimas partículas constitutivas del universo físico y virtual, hasta su traducción en materiales de dimensiones variables; desde los átomos hasta su aglutinación en edificios o ciudades.

Siguiendo la analogía de la resolución de las computadoras personales (*Personal Computer*, PC) que permitieron la manipulación de los *bits* por usuarios comunes, es posible decir que el concepto central de los *fab lab* es hacer accesible a la población en general maquinaria capaz de personalizar o ensamblar átomos; lo que se personaliza es el mundo físico, no el digital. Esto es lo que Neil Gershenfeld (2005) ha llamado un Fabricador Personal (*Personal Fabrication*, PF), máquinas que hacen máquinas o que son capaces de autorreproducirse; impresoras que imprimen objetos en lugar de imágenes, es decir, lo que popularmente se conoce como impresoras 3D.

En 1998 Neil Gershenfeld ofreció en el MIT un curso llamado “Cómo hacer (casi) todo” en el cual estudiantes de múltiples especialidades, algunos sin conocimientos tecnológicos especializados, probaron por primera los PF y sus posibilidades para materializar cualquier idea una vez que esta era traducida en *bits* y después en átomos (Chuang & Gershenfeld, 2012). Algunos de los objetos desarrollados en esta primera clase sorprendieron al propio Neil Gershenfeld, no por su complejidad conceptual, sino más bien por su interés en la solución de problemáticas cotidianas: desde un objeto que permitía gritar y sacar la ira en público sin que la persona iracunda fuera escuchada, hasta un vestido que marcaba el espacio personal de su usuaria cuando alguien se aproximaba demasiado

(Gershenfeld, 2005). Llama la atención que estos dos objetos guardan similitud directa con la definición original de cultura propuesta por Malinowski, es decir, como “una ampliación adicional de su aparato anatómico, con una coraza protectora de defensas y seguridades, con movilidad y velocidad a través de los medios en que el equipo corporal directo le hubiera defraudado por completo” (Malinowski, 1931, p. 35); la tecnología más moderna –impresoras 3D– utilizada para producir los objetos más básicos de la cultura; aquellos que permiten la protección de un medio ambiente hostil, o lo que el antropólogo definía como las necesidades primarias (Malinowski, 1931, p. 35).

Por otra parte, destaca que los primeros objetos creados en la clase “Cómo hacer (casi) todo” del MIT sugerían que las PF no solo podían reproducir aquello que existía en el mercado, sino que de hecho abrían la posibilidad de materializar lo inexistente; los deseos individuales podían ser conceptualizados en forma de *bits* que después eran traducidos en átomos por los PF. Si bien, estos primeros objetos fueron creados por estudiantes del MIT con habilidades técnicas, digitales y sensibilidades artísticas particulares, es importante destacar que sus capacidades eran diferenciadas; lo que demandaba su colaboración para conceptualizar, diseñar, programar y operar las máquinas que finalmente imprimirán los deseos personales.

La importancia del trabajo colaborativo y la capacidad de materializar los objetos inexistentes para resolver problemáticas personales sugirió a Neil Gershenfeld la necesidad de llevar los PF fuera del MIT para que así las personas pudieran experimentar con ellos en contextos reales. Su hipótesis era que estos serían apropiados y utilizados para la resolución de problemáticas particulares que responden a sus contextos locales. Lo cual en teoría podría regresar a los usuarios el control de la creación tecnología (Gershenfeld, 2005). Esto sería algo similar a lo que sucedía antes de la revolución industrial y la masificación de la producción donde el control de la tecnología y los objetos estaba entre los artesanos; lo cual contrasta radicalmente con la producción actual concentrada en pocas corporaciones.

Lo anterior tiene profundas implicaciones sociales y culturales si consideramos a la cultura como un medio ambiente artificial que modela a cada generación de seres humano, a manera de “un laboratorio en el que se forman los reflejos, los impulsos y las tendencias emocionales del organismo” (Malinowski, 1931, p. 2); si el medio ambiente artificial es masificado, las posibilidades de los organismos para interactuar y reaccionar se tornan limitadas, en cambio, si este es producido de forma individual o localizado territorialmente a partir de las particularidades del medio, entonces las posibilidades del organismo se diversifican.

Siguiendo este razonamiento y llevándolo al extremo es posible decir que las culturas y las sociedades que fabrican objetos a nivel personal, de unidad doméstica y localidad producen su propio ambiente artificial, es decir, su propia cultura material y se relacionan con el entorno de forma diversa y personal a partir de necesidades particulares, independientemente de si dicha producción está basada en la recopilación y reacomodo de materiales previamente existentes a modo *bricoleur*. En cambio, la revolución industrial y la globalización capitalista han promovido la emergencia y la homogeneización del medio ambiente artificial; la producción masiva, las energías fósiles, la agroindustria, moda rápida, etc., a las cuales los organismos se adaptan según un número limitado de posibilidades.

En la actualidad nos encontramos frente a una tensión entre los modos de producción; la emergencia de la producción masiva personalizada mediante tecnologías asociadas a la industria 4.0 que se encuentra anclada a unas pocas fábricas, *versus* la producción a pequeña escala socializada a través de miles de fabricantes personales distribuidos en ciudades, localidades, casas, etc. Modelos que seguramente van a coexistir. Sin embargo, gracias al segundo modelo estamos frente a la oportunidad de tener un mayor impacto en la producción de nuestro medio ambiente artificial, siempre y cuando no solo se democratizen los PF, sino también la teoría y práctica del CAD para crear y diseñar nuestros propios objetos sintéticos y no solo reacomodar los existentes a partir de lo que Malinowski denomina utensilios especiales del conocimiento: “diagramas, modelos topográficos,

medidas, ayudas para la orientación o para contar” (Malinowski: 1931, p. 19); repositorios digitales, archivos STL,<sup>3</sup> etc.

### **La democratización de los *fab lab***

Con la finalidad de popularizar y democratizar el uso de la nueva tecnología, Neil Gershenfeld y su equipo en el MIT siguieron la misma lógica de las PC, de las cuales los usuarios se apropiaron masivamente gracias al desarrollo de *software*. La gente compraba computadoras porque querían desarrollar o utilizar *software* para resolver problemas de su vida cotidiana, el trabajo y la administración pública (Norman, 1988), pero además para divertirse, jugar, escuchar música y ver películas. Por ello, antes de desarrollar un sistema homogéneo y listo para ser utilizado a partir de instrucciones centrales y jerarquizadas que dictaran lo que debía ser un PF, Neil Gershenfeld y su equipo decidieron abrir esta tecnología en forma de *fab lab* y a partir de ello aprender de los usuarios, las formas cómo la utilizan para resolver problemas personales, locales, situados:

Este pensamiento guió la instauración del proyecto para crear *fab labs* en el campo con la finalidad de explorar las implicaciones y aplicaciones de la fabricación personal en estas partes del planeta que no llegan al MIT. Como tú lo desees, el *fab lab* puede significar un laboratorio para la fabricación, o simplemente un laboratorio fabuloso (Gershenfeld, 2005).

A partir de lo anterior se entiende que desde el MIT los *fab lab* siguieron una lógica de innovación abierta, donde una tecnología de la que aún no se tenían claras sus posibilidades, fue puesta en las manos de los usuarios para que estos acelerarán el proceso de innovación a partir de su apropiación.

El costo de la infraestructura de inicio de los primeros *fab lab* ascendía a 50 mil dólares en equipo, lo cual incluía un láser controlado por computadora, una impresora 3D, y fresadoras controladas por computadora. Además de 20 mil dólares en materiales que incluían piezas para moldeo, fundición y producción

---

3 Archivos para impresión 3D.

de electrónica. El equipo se conectaba por *software* a la medida. El conjunto de estas herramientas, materiales y el *software* para su operación fue llamado *fab lab*, lo cual hace referencia a laboratorios de fabricación o laboratorios fabulosos (Gershenfeld, 2012, p. 47).

Si bien los primeros *fab lab* partieron de una estructura mínima que costaba alrededor de 70 mil dólares financiada por la NRF, se esperaba que con el tiempo cada *fab lab* adoptará configuraciones particulares según sus necesidades y desarrollo: “con el tiempo algunas de sus partes constitutivas serían reemplazadas por otras hechas dentro del propio *fab lab*, hasta que eventualmente los labs en sí mismos sean auto reproducibles” (Gershenfeld, 2005).

La particularidad del proyecto de socialización de los *fab lab* era que contrario a las formas tradicionales de la apropiación social de la ciencia, no se difundirá conocimiento mediante conferencias, libros o artículos, sitios *web* u otros medios de difusión, sino que se decidió equipar a gente común y corriente con los últimos avances tecnológicos y dejar que hicieran lo que quisieron con estos (Gershenfeld, 2005). Lo anterior nos habla de un cambio radical en las políticas de apropiación social de la ciencia y conocimiento, que en la actualidad ha devenido en la llamada ciencia abierta.

Los primeros *fab lab* fueron instalados en países y ciudades con características sociales, económicas y culturales diversas; la India, Costa Rica y Noruega, Ghana y el propio Boston. Las respuestas al proceso de adopción fueron diversas: En una villa al occidente de la India utilizaron el *fab lab* para crear instrumentos que mejoraran la producción agrícola de lácteos. En cambio, en otra comunidad cerca del Ganges los utilizaban para la producción de artesanías a base de madera. Por su parte, los Sami del norte de noruega crearon redes inalámbricas y *tags* para rastrear a sus animales. En Ghana los utilizaron para crear máquinas que producen luz solar y los niños de Boston buscaron cómo fabricar joyería para vender a partir de la basura reciclada (Gershenfeld, 2005).



**Figura 1**  
Instalaciones del *FabLab* BCN, España.  
Foto: Beau Jackson (2017).

En buena medida estos primeros *fab lab* fueron exitosos en el proceso de apropiación tecnológica debido a que fueron financiados y supervisados por los creadores de dicha tecnología. En cambio, los miles de *fab lab* que han surgido en los últimos años demuestran que las experiencias son diversas; desde el éxito del **Fab Lab Barcelona**, el cual factura más de dos millones de euros, emplea a más de 30 personas, ha desarrollado importantes proyectos a nivel europeo, tienen un master propio y un repositorio **GitHub** muy vasto (Diez, 2020) (Figura 1); hasta las grandes dificultades por las que ha atravesado el *fab lab* Casa de la Tribu en Tijuana, para que jóvenes en situación de riesgo –su población objetivo– comprendan el potencial de dicha tecnología para crear y comercializar objetos o desarrollar servicios de base digital que les permitan emprender (Figura 2).<sup>4</sup>

4 El *Fab lab* Casa de la Tribu fue impulsado por la Universidad Iberoamericana de Puebla en conjunto con USAID, la Fundación Slim y otras organizaciones a nivel local. Sin embargo, en una visita que hicimos los autores de este texto a dicho *fab lab* en octubre de 2019, observamos cómo a pesar de contar con recursos y un modelo probado en otras latitudes, en el caso de Tijuana ha sido particularmente difícil que el *fab lab* funcione por varias cuestiones, entre ellas su propia localización, el cual se encuentra fuera de la ciudad y sin lugares de interacción social cercana, así como la poca falta de orientación sobre las potencialidades de general modelos de negocio que vayan más allá de reproducir los tradicionales con materiales digitales; restaurantes, pastelerías, tiendas de tatuaje, etc.



**Figura 2**  
Placa conmemorativa sobre la red de colaboración con Casa de La Tribu en Tijuana, México y la silla, producto elaborado en este *FabLab*.  
Foto: Maximino Matus.

Por otra parte, las diversas trayectorias de los *fab lab* han demostrado la necesidad de un cambio de paradigma sobre la llamada brecha digital, pues demuestran que esta no se limita al acceso a dispositivos o a la conectividad de estos, sino a la incapacidad de contar con un medio ambiente artificial adecuado para diseñar a partir de los PF; por eso En Ghana los utilizaron primero para crear máquinas que produjeran luz solar, y en Boston los niños buscaban su sustento económico fabricando joyería a partir de la basura (Gershenfeld, 2005).

En el caso de los estudiantes de bachillerato de origen mexicano radicados en San Diego, Estados Unidos, identificamos que en ocasiones tienen peores condiciones materiales para estudiar en comparación con sus pares mexicanos en Tijuana; no solo les hacen falta computadoras e Internet de calidad, sino que ni siquiera cuentan con un escritorio o una silla en su casa para estudiar (Matus, 2019) ¿qué pasaría si pudieran ellos mismo fabricar su medio ambiente artificial para estudiar a partir de un *fab lab* público?

La perspectiva anterior se contrapone a la lógica que ha guiado a las agencias gubernamentales, de desarrollo y compañías privadas para cerrar la brecha digital en el mundo siguiendo el paradigma *Information and Communication*

*Technologies for Development* (ICT4D);<sup>5</sup> no basta con hacer llegar de forma masiva computadoras si no hay conexión a Internet, tampoco vale la pena generar iniciativas para conectar a todo el mundo si no hay computadoras (el dilema infraestructura/conectividad), en cambio, el modelo *fab lab* considera que es más rentable enviar a la gente los medios para producir sus propias computadoras y sus propias redes, sus propias sillas y escritorios o lo que necesiten, para de esta forma no hacerlos dependientes tecnológica y materialmente. Siguiendo a Mikhak:

Nuestra hipótesis de partida es que, poniendo atención cuidadosa a los temas relacionados con la accesibilidad, el diseño, la programación y la manufactura de herramientas, podemos desarrollar una nueva serie de herramientas de bajo costo que tendrán un impacto profundo, positivo y sustentable en el desarrollo y que ayudarán a reconceptualizar el debate actual sobre el rol de las TIC en el desarrollo (Mikhak et al., 2002, pp. 1-2).<sup>6</sup>

La capacidad para acceder fácilmente a los *fab lab* podría acelerar la evolución de los medios de fabricación personal y el diseño; de objetos relativamente sencillos a productos complejos; de partes de drones para ensamblar a drones capaces de volar apenas sean impresos (Gershenfeld, 2005; Cutcher-Gershenfeld et al., 2018). El problema consecuente es que posiblemente en el futuro se genere una nueva brecha, pero no digital, sino de fabricación digital (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018, p. 8).

Es más, siguiendo el argumento desarrollado en la sección introductoria, si no democratizamos la teoría del diseño de materiales digitales, la brecha entre quienes producen el mundo sintético –*bricoler*– y quienes simplemente lo copian –*bricoleur*–, pero ahora a partir de repositorios digitales se ampliará. Además de las posibles consecuencias que identificamos a partir de Malinowski (1931);

5 Aproximación que considera posible el empoderamiento de los grupos marginados gracias al acceso y uso de las TIC.

6 [Trad. del A.] Texto original: *Our driving assumption is that with careful attention to accessibility issues relating to the design, programming, and manufacturing tools, we can develop a new set of low cost tools that will have a deep, positive, and sustainable impact on development and will help reconceptualize the current debate on the role of ICT in development.*

en el sentido de que el diseño por parte de unos cuantos se imponga sobre el comportamiento –y los organismos– de miles de millones de quienes lo apropian, en lugar de que estos sean capaces de diseñar su propia cultura material localizada de acuerdo a necesidades específicas.

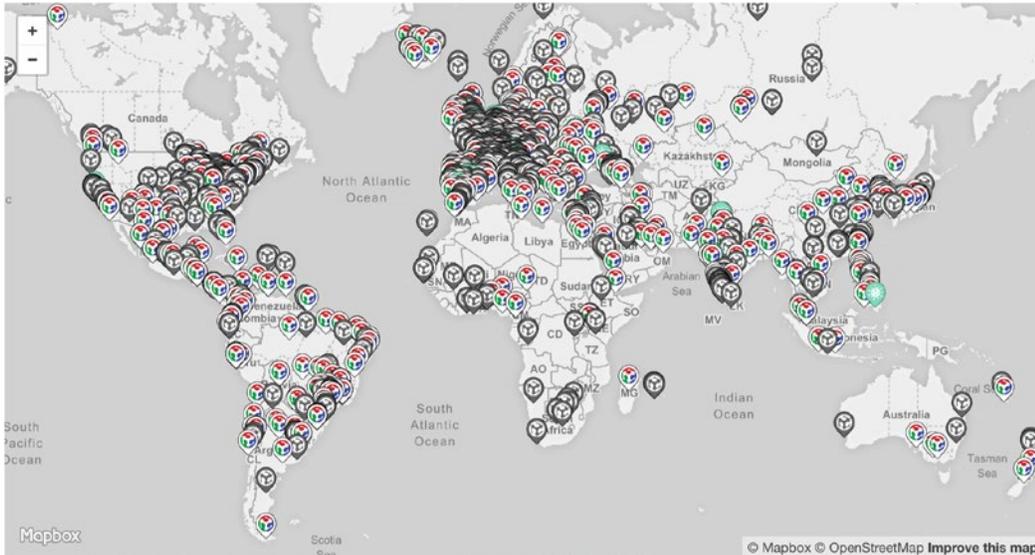
### **La fabricación digital y el futuro del trabajo**

Los procesos de robotización y automatización están generando profundos efectos en los mercados laborales a nivel global. Según datos de dos estudios realizados para analizar el posible impacto que tendrán estas tecnologías en el empleo, el panorama es desolador. Por ejemplo, Frey y Osborne calcularon que cerca del 47% de los empleos en EUA estaban en la categoría de alto riesgo de desaparecer debido a la automatización por medio de robots (Frey y Osborne, 2013, p. 291).

Según los autores, este tipo de empleos se encuentran en riesgo de ser sustituidos por robots, debido a que forman parte de aquellas actividades rutinarias que pueden ser programadas con relativa facilidad a través de algoritmos. No obstante, también hay quienes señalan que el miedo a la pérdida de empleos debido a la robotización parece ser exagerado y en su lugar proponen que más bien nos encontramos frente a una reorganización del empleo y la producción (Berger y Frey, 2016). En este tenor, a partir de una crítica a los diversos estudios que apuntan una visión apocalíptica al futuro del trabajo donde los humanos serán desplazados por robots, los hermanos Gershenfeld<sup>7</sup> nos invitan a reflexionar acerca de cómo la fabricación digital podría llegar a cambiar de forma radical las reglas de la producción capitalista si los FP se democratizan de forma radical; de trabajadores que acceden a medios de producción a trabajadores que poseen sus propios medios de producción: “se hace posible que literalmente para individuos, familias y barrios posean sus propios medios de producción” (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018, p. 8).

---

7 Joel Cutcher-Gershenfeld, Alan Gershenfeld y Neil Gershenfeld.



**Figura 3**  
**Fab Lab Locator** – Mapa con localización de más de 1500 *fab labs*.  
 Fuente: The Fab Foundation (2020).

Desde la perspectiva de los hermanos Gershenfeld la posesión de un *fab lab* –medios de producción– implicaría una relativa autosuficiencia en la producción de los objetos que un individuo, familia o barrio necesitan para su auto reproducción, ya sea mediante la impresión de productos existentes para resolver problemas de la vida cotidiana al diseño y creación de productos sintéticos para modificar radicalmente su medio ambiente como lo hace el ingeniero *bricoler*. En la actualidad, los casi dos mil *fab lab* en el mundo (Figura 3 y Tabla 1),<sup>8</sup> producen una diversidad de objetos de acuerdo a sus deseos y necesidades individuales y locales; desde comida, hasta computadoras o instrumentos para la movilidad, y todo ello gracias a la cooperación y el intercambio de conocimiento a escala global (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018).

Desde el establecimiento en 2003 del primer *fab lab*, estos se ha duplicado al doble cada 18 meses aproximadamente. Siguiendo esta lógica se espera que en el 2026 el número de *fab lab* se incremente a 25 mil. Si cada *fab lab* en el mundo es utilizado por al menos 100 personas, entonces hablar de dos y medio millones de personas en 2026 auto produciendo parte de los objetos que necesitan para su vida cotidiana no resulta extremo.

<sup>8</sup> Solo en *The Fab Foundation* se tienen registrados y mapeados más de 1500 *fab labs* que colaboran de múltiples formas para democratizar las nuevas tecnologías de producción (The Fab Foundation, 2020).

De hecho, existen ya FP pequeños y móviles llamados *Pop Fab* (Peek y Moyer, 2017) para que una sola persona pueda transportarlos y llevarlos al lugar donde se necesiten imprimir productos para resolver una necesidad específica, lo cual seguramente va a acelerar el proceso de difusión. En este tenor, si los *fab lab* son utilizados para la creación de objetos cotidianos y extraordinarios que disminuyan la necesidad que tienen las personas de trabajar largas jornadas para acceder a ellos, entonces se podría llegar a “un punto de inflexión histórica que requerirá repensar la naturaleza del trabajo” (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018, pp. 9–10).

Un buen ejemplo de cómo utilizar las tecnologías asociadas a los *fab lab* en este sentido está siendo desarrollado por Blair Evans quien ha impulsado un ecosistema de *fab lab* en un barrio deprimido de Detroit a partir de una visión que llama tercios. La idea es impulsar la capacidad de fabricación digital de la siguiente forma:

[...] que la gente gaste un tercio de su tiempo en trabajo pagado para comprar lo que no pueden elaborar, un tercio de su tiempo usando la infraestructura de fabricación digital para hacer lo que pueden (con énfasis en mobiliario, producción de alimentos por acuaponía y otras cosas prácticas), y un tercio de su tiempo para seguir sus pasiones en la forma que deseen (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018, p. 10).

Retomando las ideas de Tomas Kalil, quien fuera director de la oficina de ciencia y tecnología de la Casa Blanca durante la administración Obama, los hermanos Gershenfeld consideran que para lograr el modelo de tercios antes expuesto, es necesario que los gobiernos y sus políticas de ciencia y tecnología dejen de apoyar la creación de unicornios,<sup>9</sup> en lugar de crear empresas que reditúen millones de dólares para un puñado de inversores, los beneficios de la tecnología sean para millones de personas gracias a una innovación radical democratizada de forma correcta (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018).

---

9 El término unicornios se refiere a una compañía tecnológica que alcanza un valor de mil millones de dólares en alguna de las etapas de su proceso de levantamiento de capital. Estos unicornios solían ser un mito o una fantasía (Lee, 2013).

Desde la perspectiva de los hermanos Gershenfeld otras cuestiones centrales a resolver para que la fabricación digital personal se convierta en una parte fundamental de lo que hoy conocemos como trabajo, tiene que ver con acelerar: 1) el acceso a la maquinaria, 2) la capacidad de operar dicha tecnología, 3) la habilidad para acceder a los repositorios globales de diseño y discernir en lo que es apropiado de acuerdo a las particularidades locales, 4) un ecosistema adecuado, y 5) la mitigación de los riesgos asociados (Cutcher-Gershenfeld et al., 2018). Por nuestra parte, como tecno antropólogos, insistimos en la necesidad de democratizar las ciencias del diseño para no depender exclusivamente de los repositorios globales, sino impulsar la creación de repositorios locales que respondan a las necesidades localizadas en un territorio, sociedad y cultura específica. Si bien algunos productos existentes en los repositorios globales se pueden replicar, otros aún se deben de diseñar; el ideal de escalar todo tipo de soluciones no es deseable para la diversidad cultural, social y natural del planeta. Siguiendo el argumento desarrollado a lo largo del texto, toda persona que así lo desee debería ser capaz de intervenir materialmente el mundo a partir de sus intereses y culturas particulares; la innovación no solo implica repetición sino también oposición para generar diferencia (Latour y Lépinay, 2009).

## Conclusiones

Las nuevas estructuras de la sociedad digital y del conocimiento se construyen sobre bases digitales, laboratorios en muchos casos, *labs* que se construyen sobre la base de la Internet. Si el emblema de la Revolución Industrial fueron las fábricas, el de la revolución digital son los laboratorios. Pero no solo el laboratorio en el que trabajan científicos, como en un laboratorio farmacéutico, de alimentos o de análisis clínicos, que descubren cómo funciona el mundo y lo que hay en él, sino más similares a los talleres donde los ingenieros inventan y realizan máquinas posibles desde el pensamiento *bricoler*, y los talleres donde los ingenieros sociales junto con la ciudadanía imaginan estructuras sociales posibles, las prototipan y las prueban para poder innovar social y digitalmente en el territorio. Esos son los nuevos laboratorios socio-digitales que necesita la sociedad para rediseñarse a sí misma y proyectarse hacia el futuro. Son labs en los que se crea y se co crea el mundo en el que las personas quieren vivir.

Los *fab lab* son solo un ejemplo de este tipo de laboratorios y, como vimos a lo largo de la exposición, consideramos que dicha tecnología y el ecosistema que la arroja tienen la capacidad de cambiar radicalmente a la cultura material e impactar en el futuro del trabajo, siempre y cuando sean bien apropiados y no limitemos la democratización de dicha tecnología a la adopción poco crítica. También debemos democratizar las ciencias del diseño de lo sintético para no crear mayores exclusiones en el tránsito de una sociedad originada en la industria del átomo, a una sociedad basada en el *bit*.

Como es sabido la actual sociedad digital tiene pocos unicornios y un puñado de plataformas digitales que están transformando y monopolizando las formas de socializar, trabajar, ser y hacer en el mundo digital. No obstante, también están emergiendo miles de pequeñas empresas, instituciones y personas que ya trabajan, innovan e intervienen el mundo a partir del uso y explotación creativa de los *bits*, no de los átomos; por ello, esperamos que en el futuro el conjunto de estas últimas iniciativas logre generar un contrapeso ante los gigantes digitales, lo cual permitiría

preservar, sino incrementar, la riqueza de la diversidad cultural y sus formas particulares y localizadas de diseñar la naturaleza sintética en el mundo digital.

¿Cuál es el futuro que nos depara la transición de un modelo de fabricación industrial a un modelo de fabricación aditiva? ¿Cómo impactará la democratización de las herramientas de producción? Los Fab Labs, así como otros tipos de labs, están transformando la relación entre las personas y el mundo material que las rodea. La posibilidad de prototipar de manera rápida, de producir de manera distribuida, de compartir de manera abierta miles de diseños imprimibles proporciona una nueva autonomía al ciudadano digital. Sin embargo, es necesario no solo proporcionar nuevas herramientas, sino educar, formar a este ciudadano para que pueda aprovechar el pleno potencial de esta nueva generación de recursos que la transición del átomo al *bit* ha puesto a su disposición.

En la sociedad del conocimiento, la investigación se convierte en la actividad principal de los labs. Las innovaciones se multiplican a medida que la transformación digital toma cuerpo y los ciudadanos digitales crean nuevas realidades a partir de las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías y sus posibilidades. En este escenario, la formación y la transmisión de experiencias, se impone como una necesidad en la que hay que invertir para poder consolidar la sociedad digital como sociedad del conocimiento. Para poder aprovechar el pleno potencial de los bits convirtiéndose en átomos se requiere estrechar los lazos entre la tecnología y la sociedad. La educación digital y sus competencias ayudan a crear este puente entre lo que existe y lo que podría existir. ¿Cómo tenemos que educar a las nuevas generaciones en las competencias digitales? ¿Qué sistema universal de educación digital tenemos que inventar para que acompañe al desarrollo tecnológico que estamos viviendo para evitar crear una brecha digital entre los que acceden y los que no acceden estas tecnologías?

Y, a parte del tema de la formación, aún habrá que resolver otra cuestión: Encontrar la manera de hacer popular, sostenible, y cada vez más usable, esta

nueva generación de máquinas de tal manera que los ciudadanos digitales no solo tengan la posibilidad de acudir a los fab labs sino que, en cada casa, pueda darse la posibilidad de crear los objetos que necesitan a bajo coste. ¿Hasta dónde nos llevara la posibilidad de imprimir los objetos materiales de los que nos podríamos rodear? ¿Cómo será la casa del futuro? ¿Será una casa-laboratorio en una ciudad laboratorio y, a la vez, en una sociedad laboratorio?

## Referencias

- Berger, T., & Frey, C. B. (2016).** Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work". En *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 193, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5jlr068802f7-en>.
- Biomimicry Iberia (2018).** *Biomímesis: Innovación inspirada en la Naturaleza*. <https://biomimicryiberia.com/biomimesis/>.
- Chuang, I., & Gershenfeld, N. (2002).** MAS.863 *How to Make (Almost) Anything*. Fall 2002. Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare, <https://ocw.mit.edu>. License: Creative Commons BY-NC-SA.
- Cutcher-Gershenfeld, J., Gershenfeld, A., & Gershenfeld, N. (2018).** Digital Fabrication and the Future of Work. *Perspectives on Work*, 22: 8-13.
- Crutzen, P. J. (2006).** THE ANTHROPOCENE: THE CURRENT HUMAN-DOMINATED GEOLOGICAL ERA. *Pontifical Academy of Sciences, Acta* 18, 199-293. [www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta18/acta18-crutzen.pdf](http://www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta18/acta18-crutzen.pdf)
- Diez, T. (14 de febrero de 2020).** *Comunicación electrónica entre los autores y Tomas Diez, director del Fab Lab Barcelona* [email].
- Frey, C., & Osborne, M. (2013).** The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114: 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Gershenfeld, N. (2005).** *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.
- Gershenfeld, N. (2012).** Making Computers Like Watson Faster, Smaller and Smarter—Bits and Atoms. *Bulletin of the American Physical Society*, 57.
- Herbert, A. S. (1969).** *The Science of the Artificial*. The MIT Press.
- Jackson, B. (5 de octubre de 2017).** *Inside Fab Lab Barcelona And The Iaac: 3D Printing For The People*. IN(3D)USTRY. <https://3dprintingindustry.com/news/inside-fab-lab-barcelona-iaac-3d-printing-people-122236/>
- Lee, A. (2 de noviembre de 2013).** *Welcome To The Unicorn Club: Learning From Billion-Dollar Startups*. Verizon Media. <https://techcrunch.com/2013/11/02/welcome-to-the-unicorn-club/>
- Latour, Bruno and Lépinay, Vincent Antonin (2009).** *The Science of Passionate Interests: An Introduction to Gabriel Tarde's Economic Anthropology*. Prickly Paradigm Press.
- Lévi-Strauss, C. (1964).** *El pensamiento salvaje*. Fondo de Cultura Económica.
- Malinowski, B., (1985).** *Magia, ciencia, religión*. Planeta-agostini.
- Malinowski, B., (1931).** *La cultura*. Clásicos y Contemporáneos en Antropología, CIESAS-UAM-UIA. (Obra original publicada en 1931). [https://www.ciesas.edu.mx/publicaciones/clasicos/00\\_CCA/Articulos\\_CCA/CCA\\_PDF/037\\_MALINOWSKI\\_Cultura\\_B.pdf](https://www.ciesas.edu.mx/publicaciones/clasicos/00_CCA/Articulos_CCA/CCA_PDF/037_MALINOWSKI_Cultura_B.pdf).
- Matus, M. (2019).** Experimentación, representación y mediación de la transnacionalidad: reflexiones sobre los sujetos des-centrados desde la academia. En: Rebecca Lemos Igreja, Odile Hoffmann y Simone Rodrigues Pinto (Eds.). *Hacer ciencias sociales desde América Latina: desafíos y experiencias de investigación*. FLACSO.
- Matus, M., Colobrans, J., y Serra, A. (Coords.). (2018).** *Cultura, diseño y tecnología: ensayos de tecnoantropología*. México, Colef.
- Mead, M. (2019).** *Cultura y compromiso. Estudios sobre la ruptura generacional*. Gedisa.

**Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., Gershenfeld, N., McEnnis, C., & Taylor, J. (1-2 de diciembre de 2002).** Fab Lab: an Alternate Model of ICT for Development. En *2nd International Conference on Open Collaborative Design for Sustainable Innovation*, Bangalore, India.

**Mitchell, W. J. (2003).** *Me++ The Cyborg Self and the Networked City*. The MIT Press.

**Norman, D. A. (1988).** *The Psychology of Everyday things* (6ª Ed.). Editorial Nerea.

**Peek, N., & Moyer, I. (20 - 23 de Marzo de 2017).** Popfab: A case for portable digital fabrication. Trabajo presentado en *Proceedings of the Eleventh International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*. Yokohama, Japón. <https://doi.org/10.1145/3024969.3025009>

**The Fab Foundation. (2020).** *Fab Lab Network*. <https://fabfoundation.org/global-community/>