

Laboratorios vivos, fab labs y fábricas de aprendizaje

Tecnologías y metodologías
participativas para co-crear
el futuro del trabajo y los empleos

Maximino Matus
Artur Serra
Jordi Colobrans



Laboratorios vivos, fab labs y fábricas de aprendizaje:

tecnologías y metodologías participativas para
co-crear el futuro del trabajo y los empleos

**Maxinimo Matus
Artur Serra
Jordi Colobrans**



Laboratorios vivos, fab labs y fábricas de aprendizaje: tecnologías y metodologías participativas para co-crear el futuro del trabajo y los empleos. Co-editado por Maximino Matus, Artur Serra y Jordi Colobrans se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Los autores/editores promueven el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda. Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio web <http://livinglabing.com/?p=988>

Coordinación editorial: Maximino Matus Ruiz

Corrección de estilo: Dulce María Itzeb Chacón Fregoso

Diagramación: Dulce María Itzeb Chacón Fregoso

Diseño de portada: Dulce María Itzeb Chacón Fregoso

Foto de portada 1: Maximino Matus Ruiz

Foto de portada 2: Rick Mason para Unsplash

Fotografías del capítulo 4: Raul Ruiz Soler

Este libro fue beneficiado por el Programa de apoyo para actividades científicas, tecnológicas y de innovación, del CONACYT.

Tijuana, Baja California, México 2019

Presentación	1
Introducción	3
Del antropoceno a las ciencias ciudadanas de lo artificial	5
Capítulo 1	13
Los laboratorios vivientes o el derecho universal para innovar y co-crear el futuro del trabajo	15
Los laboratorios vivientes	18
Los laboratorios vivientes y el futuro del trabajo	20
El LaborLab como parte de la estrategia de la innovación	22
Espacios de innovación social y aceleradoras de proyectos de innovación	23
La contribución de los proyectos de innovación social a la estrategia de la sostenibilidad y la competitividad	25
Capítulo 2	27
Los FabLab o la programación del mundo físico: Nuevos medios de producción y el futuro del trabajo	29
El futuro de los Fab labs: de la impresión de materiales a la impresión de materiales digitales	36
La fabricación digital y el futuro del trabajo	39
Capítulo 3	43
Industria 4.0 y fábricas de aprendizaje: una aproximación socio-técnica al cambio tecnológico y su impacto en el trabajo y los empleos	45
La fábrica de aprendizaje e investigación de la Universidad de Bochum	48

El laboratorio del futuro del trabajo de la Universidad
de Stuttgart 54

Capítulo 4 61

Taller de ciencia abierta sobre el futuro del trabajo y la digitalización de los empleos en Tijuana 63

La dinámica del taller 65

¿Qué se puede hacer en un taller de LaborLab de dos horas? 66

Grupo 1: hacia la co-creación de una estructura para
facilitar la innovación social 67

Cuadro 1: Mapeo de problemáticas, posibles soluciones,
tipo de estructura y propuestas de acción 68

Grupo 2: talleres LaborLab con un antes y un después 70

Cuadro 2: Mapeo de problemáticas, posibles soluciones,
tipo de estructura y propuestas de acción 72

Aprendizajes 73

Conclusiones 74

Conclusiones finales 81

Algunas ideas clave para co-crear el futuro del trabajo 85

Bibliografía 88

Presentación

El libro “Laboratorios vivos, fab labs y fábricas de aprendizaje: tecnologías y metodologías participativas para co-crear el futuro del trabajo y los empleos” es una obra de acceso abierto y está registrado bajo la licencia de *Creative commons*.

El libro fue producido con el apoyo económico del proyecto “Taller de ciencia abierta: El futuro del trabajo y la automatización de los empleos: desafíos y oportunidades para las poblaciones móviles con habilidades digitales diferenciadas en la frontera norte de México”, apoyado por el Programa de apoyo para actividades científicas, tecnológicas y de innovación, del CONACYT, 2019 México.

Agradecemos a todas y todos los asistentes al taller de ciencia abierta que se realizó en el BIT center el 6 de noviembre de 2019 en la ciudad de Tijuana, quienes participaron de manera entusiasta compartiendo sus ideas y *proyectums* para impulsar una ciudad que sea más inclusiva a partir de la innovación social. Asimismo, agradecemos a las quienes participaron de manera activa para llevar acabo dicho taller en el marco del programa Tijuana Emprende Socialmente, El Colef, y quienes colaboraron en la elaboración y diseño del presente documento.

Maximino Matus, cátedras CONACYT – El Colef
Artur Serra, Fundación i2cat
Jordi Colobrans, Universidad de Barcelona

Tijuana, Baja California, México, 29 noviembre, 2019

Introducción

Del antropoceno a las
ciencias ciudadanas de lo
artificial



“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”
 (Mitchell, 2003: 44).

Introducción

Del antropoceno a las ciencias ciudadanas de lo artificial

En el libro “Las ciencias de lo artificial” publicado en 1969 Herber Simon aseguraba que el mundo en el que vivimos estaba hecho más por la intervención artificial de los humanos que por la acción de la naturaleza. Hace medio siglo Simon señalaba que prácticamente en todo el mundo existía evidencia de la intervención humana y con ello se adelantaba a las más contemporáneas perspectivas que con el cambio de siglo anunciaban la emergencia del antropoceno; o la época de los seres humanos como una etapa de evolución geológica planetaria.

Trischler (2017) señala que el concepto antropoceno había sido utilizado ocasionalmente desde finales del siglo xx por Eugene Stoermer, pero fue propuesto formalmente en el año 2000 por Paul J. Crutzen y Eugene F. Stoermer cuando lo

publicaron en el boletín interno del Programa Internacional Geosfera-Biosfera (IGBP, por sus siglas en inglés). El mito de origen que gira en torno a este popular concepto es que, en una conferencia realizada en Cuernavaca, México. “Crutzen —el “señor Antropoceno”—, se impacientó al escuchar que se mencionaba al Holoceno como la época geológica actual y de manera espontánea exclamó que estamos viviendo en el Antropoceno” (Trischler, 2017: 41). Pocos años después el concepto se popularizaría y sería adaptado por actores de las cuatro hélices -ciudadanía, academia, empresa, gobierno- para hacer referencia, entre otras cosas a los cambios climatológicos y la crisis medio ambiental que está impactando a todos los rincones de la Tierra. Si bien, el inicio de este cambio geológico es ubicado en diferentes períodos de acuerdo a la perspectiva adoptada -desde la revolución industrial hasta la segunda guerra mundial-, el acuerdo general es que “el incremento del disturbio en los sistemas naturales de la tierra producto de las actividades humanas ha creado una nueva era geológica” (Crutzen, 2004: 3, traducción propia).

La pregunta sobre cuáles serán los impactos de esta nueva era geológica en la naturaleza y la humanidad a corto y mediano plazo aún no tiene respuesta, sin embargo, diversos actores vislumbran un futuro poco sustentable y un desenlace catastrófico; hay quienes consideran que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación pueden ayudar a mitigar este proceso, tal sería el caso de la corriente de pensamiento denominada ICT4D¹, acrónimo que hace referencia al uso de las TIC en la promoción del desarrollo. Por el contrario, hay quienes consideran que estas son las causantes de la aceleración

¹ Information and Communication Technologies for Development.

desmedida del mismo, e incluso se ha llegado a proponer el concepto “antropobsceno” (Parikka; 2014), con el cual se hace referencia al obscuro proceso capitalista de extracción de los recursos naturales -silicio, cobalto, litio, etc.- para satisfacer nuestras fantasías tecnológicas. Al respecto, la tecnoantropología adopta un punto de vista crítico respecto a ambos polos; si bien, las nuevas tecnologías no pueden resolver todos los problemas de la humanidad, menos lo harán si la aproximación que se hace a las mismas es poco crítica. Por ello, antes de pregonar su utilidad en la promoción del desarrollo, es necesario reflexionar a fondo sobre el origen de las mismas, sus parámetros de diseño, configuración y capacidades, así como potencialidad de adopción en sociedades particulares, los procesos de apropiación tecnológica moldeados por las culturas y la forma que estas son reconfiguradas por la adopción de las primeras (Matus, Colobrans, Serra, 2018).

En cuanto al obscuro extractivismo promovido por la vorágine tecnológica (Parikka; 2014), desde la tecnoantropología se considera necesario reflexionar sobre cómo las novedosas formas de co-creación y producción de “mundos artificiales” pueden contribuir a su solución. La propuesta se inspira de las ideas desarrolladas por Herbert Simón en el sentido de que lo artificial no es necesariamente algo malo en sí mismo, sino que más bien es una segunda naturaleza de gran utilidad para la vida humana y potencialmente para el conjunto de la biosfera. De hecho, desde la perspectiva de Bronislaw Malinowski, es precisamente la creación de un medio ambiente artificial lo que nos ha permitido sobrevivir al mundo natural, y en ese sentido, para el antropólogo, lo artificial es sinónimo de cultura (Malinowski, 1931).

Pero la propuesta de Simons va más allá, y además 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, 1996: 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; en tanto algunas culturas reproducen lo natural y sus patrones -biomimesis-² 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 es una era geológica tanto artificial como sintética. La pregunta es si estamos dispuestos como sociedad a que solo unos cuantos sean quienes diseñan la naturaleza sintética y una gran mayoría la que solo se adapta a ella mediante su reproducción artificial.

Hace ya medio siglo que Herbert Simon señalaba la necesidad de que como sociedad evolucionemos hacia el dominio de lo sintético; 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 a la propia naturaleza, y no solo eso, sino también creando modelos sintéticos de posibles sociedades más inclusivas y culturas que creen su presente y modelen futuro, en lugar de solo retomar

2 **Biomimesis:** “es una ciencia y método de diseño que aprende de las mejores soluciones de la naturaleza, para la creación de diseños innovadores, procesos y tecnologías ofreciendo soluciones sostenibles para los problemas humanos.”. En: <https://biomimicryiberia.com/biomimesis/>. Acceso: 28/11/2019.

las posibilidades existentes y los conocimientos previos, tal y como lo sugería Margaret Mead en su obra *Cultura y compromiso* (1970).

Para Herbert Simon 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. Una distinción más entre estos dos mundos sería el terreno de los descriptivo -ciencias naturales y sociales- Vs. el mundo de lo prescriptivo o lo que puede ser -ingeniería, diseño, humanidades-. 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 preocupe por describir su comportamiento en el mundo intervenido? Esta es precisamente la propuesta que nos hace Simon en *Las ciencias de lo artificial* (1969) y que proponemos retomar desde el pensamiento tecnoantropológico.

Para diseñar lo artificial Herbert Simon nos propone distinguir entre el medio ambiente interno -desde donde se diseña- y externo -el ambiente que se interviene-: “El mundo artificial está centrado precisamente en la interface entre los ambientes de lo interno y lo externo; se interesa en atender objetivos mediante adaptar el primero al segundo [...] Las escuelas profesionales pueden reasumir sus responsabilidades profesionales solo hasta el grado en que éstas descubran y enseñen la ciencia del diseño, un cuerpo de pensamiento intelectual, analítico, parcialmente formalizarle, parcialmente empírico, doctrina didáctica sobre el proceso de diseño” (Simon, 1996: 113, traducción propia).

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 elite económica o 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 están disponibles y el conocimiento para manipularlas es cada vez más abierto, ahora necesitamos una aproximación crítica a las teorías del diseño para intervenir la naturaleza desde lo artificial: “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: 114, traducción propia). Ahora debemos de llevar dicha teoría fuera las instituciones académicas y esa es precisamente una de las tareas de la tecnoantropología; participar en la generación y gestión de espacios para co-diseñar el medio ambiente artificial, la sociedad y sus culturas relacionadas; los laboratorios vivientes -living lab- laboratorios de fabricación -fab lab, o fábricas de aprendizaje, son solo algunos de los espacios que pueden ser habilitados en este sentido. Pero insistimos, no se trata solo de habilitar o crear dichas estructuras, sino de saber operarlas desde una perspectiva crítica que anteponga el beneficio social y la sustentabilidad ambiental; necesitamos impulsar ciencias ciudadanas de lo artificial que promuevan nuevos modelos de innovación universal.

Para intervenir la realidad desde lo artificial, Herbert Simon nos invita a considerar en primera instancia todos los mundos posibles que den solución a la problemática identificada, para

enseguida tomar en cuenta los constreñimientos del ambiente exterior y posteriormente identificar el mundo particular que coincida con los objetivos buscados y los constreñimientos identificados e itinerar hasta llegar a la mejor solución que maximice la función utilitaria (Simon, 1996). Este libro se trata precisamente de eso; es una invitación a experimentar con estructuras, metodologías y tecnologías que promuevan la co-creación de mejores mundos posibles y que inciten a su intervención una vez identificada la posible solución.

Capítulo 1

Los laboratorios vivientes o el derecho universal para innovar y co-crear el futuro del trabajo



Los laboratorios vivos o el derecho universal para innovar y co-crear el futuro del trabajo

“Si podemos concebir y explorar futuros alternativos, podemos encontrar oportunidades para intervenir, algunas veces para resistir, para legislar, para planear, y para diseñar”
(Mitchell, 1995)

En *City of bits* (1995), William Mitchell presenta una serie de ensayos donde explora las consecuencias de la revolución tecnológica digital, la electrónica y la comercialización de los bits en las urbes del siglo XXI. Su aproximación no exalta la infraestructura que hacia ese entonces comenzó a ser instalada en las ciudades mediante “tuberías digitales”, ni las nuevas posibilidades de gestión urbana consecuencia del manejo de grandes datos. En cambio, Mitchell nos proponía “imaginar y crear ambientes mediados digitalmente para los tipos de vidas que queremos impulsar y el tipo de comunidades que queremos tener” (Mitchell, 1995: 33 - Kindle, traducción propia). Desde su perspectiva, esto era de suma importancia pues consideraba que las nuevas estructuras cívicas y los arreglos espaciales de la emergente era digital que transformaría a las ciudades afectarían profundamente nuestro acceso a los recursos y los servicios públicos, las actividades culturales y nuestra vida cotidiana. En consecuencia, Mitchell nos

invitaba a no ser entes pasivos ante los procesos de digitalización urbana, y en su lugar sugería la necesidad de promover la participación ciudadana para diseñar ambientes urbanos más inclusivos, más creativos, más justos; todo ello a partir de las múltiples posibilidades y oportunidades que brindaba la naciente infraestructura e interconexión digital del ambiente urbano.

Lo que abrió la posibilidad de diseñar ambientes urbanos más inclusivos a partir de la co-creación fue Internet, ya que su estructura distribuida fue creada precisamente para no tener centros que controlaran los flujos de comunicación, sino que esta se pudiera establecer desde múltiples “periferias” que a la vez funcionaran como nuevos centros -nodos- o redes capaces de transmitir, recibir o enviar mensajes dependiendo de la configuración particular que establecieran con otros nodos y redes en un momento determinado. Por ello Mitchell (1995) consideraba que la red podía ser entendida más como un ambiente que está en todos lados y no como un espacio geográfico en particular, lo cual habría ampliado las posibilidades de co-creación.

Empero, como ambiente Internet también tiene sus propias lógicas de exclusión a partir de las formas particulares en que es codificada y permite o niega el acceso a ciertos recursos: aquellas personas que poseen las habilidades digitales para codificar y decodificar este ambiente acceden a un mayor número de bits que tienen la capacidad de convertirse en recursos económicos, mediante la llamada economía de plataforma, o materializarse mediante el uso de una impresora 3D: “La brecha digital son los nuevos no-posibles. Es simple: si no puedes acceder a bits prendidos y apagados en cantidad suficiente, no podrás beneficiarte directamente de la red” (Michel, 1995: 149 - Kindle, traducción propia). De tal manera que el

ancho de banda que poseen las ciudades, los barrios, las casas y nuestros dispositivos personales son cruciales para crear y acceder a bits con la capacidad de transformar el mundo material. Sin embargo, no basta con poseer la infraestructura tecnológica necesaria para acceder al ambiente incorpóreo de Internet; el hecho de que su arquitectura no responda a la del espacio euclidiano no quiere decir que no tenga puertas, puentes y bardas: la calidad de la infraestructura, los *softwares* y aplicaciones con las que nos relacionamos nos permiten navegar este ambiente y abren o limitan nuestras posibilidades de intervenir en su configuración y posterior traducción al mundo material.

Por ello se hace necesario que todas las personas que así lo deseen tengan las capacidades digitales necesarias para producir y acceder a una cantidad suficiente de bits y beneficiarse en un punto particular del espacio geográfico de la tecnología distribuida que es Internet. Pero no solo eso, sino que también es necesario promover espacios que además de ofrecer capacitación para generar habilidades digitales, ofrezcan infraestructura tecnológica robusta que permita a la ciudadanía que no tiene acceso a computadoras de calidad o Internet de alta velocidad, intervenir el espacio físico en condiciones de igualdad: “Mediante el re direccionamiento de acceso a los servicios y oportunidades, la creciente infraestructura de información tiene el potencial de crear ganadores y perdedores en una escala vasta [...] Ciertamente el reto más fundamental en la construcción de la bitosfera será ofrecer acceso de acuerdo a principios de equidad social” (Mitchell, 1995: 1565 - Kindle, traducción propia).

Con la finalidad de experimentar las posibilidades de las ciudades interconectadas para generar inclusión social y tener un impacto positivo en el ambiente, en 2003 el Media lab del

MIT creó el grupo de investigación sobre ciudades inteligentes dirigido por Mitchell. Hacia ese entonces Mitchell señalaba que la inteligencia interconectada se encontraba en todos lados y esto en buena medida se debía a que la capacidad de los bits para impactar y transformar el mundo físico a través de su materialización: “Los bits organizados en código ahora constituyen los medios más poderosos que tenemos para expresar intenciones y traducirlas en acciones” (Mitchell, 2003: 54). Empero, consideraba que para ello era necesaria la participación activa de la sociedad y esto requería su propia infraestructura: Los “living labs” o laboratorios vivientes.

Los laboratorios vivientes

El concepto “living lab” fue acuñado por William Mitchell para nombrar a un espacio construido dentro de las instalaciones del MIT dentro del cual se reproducía el ambiente de una casa y se observaba como sus usuarios/habitantes se comportaban y reproducían rutinas entorno a nuevos objetos y elementos tecnológicos. El nombre original de este espacio fue “PlaceLab”¹ y destacaba por su amplia instrumentación tecnológica que permitía registrar todas las actividades realizadas al interior de este espacio para después ser analizadas. En 2008 un concepto similar fue desarrollado en la Universidad de Wageningen, Holanda donde se instaló “El restaurante del futuro”, donde se probaban nuevos alimentos de acuerdo a escenografías específicas y se grababa a los comensales.

En ambos casos el concepto central era reproducir ambientes lo más cercanos a la realidad e instrumentarlos

¹ The Place Lab, disponible en: http://web.mit.edu/cron/group/house_n/placelab.html

tecnológicamente para poder estudiar la “vida cotidiana” con la finalidad de probar o desarrollar nuevos productos o tecnología de acuerdo a las necesidades “reales” de los usuarios. Sin embargo, en estos espacios se seguía observando a los usuarios, no co-creando con ellos.

El concepto de los laboratorios vivientes salió rápidamente de las universidades y centros de investigación para ser apropiado por la administración pública en algunas ciudades europeas. Algunas investigaciones rastrean sus orígenes en el programa “Intelcities” desarrollado entre 2002-2005. Dicho programa fue financiado con fondos de la Unión Europea y en el participaban 18 ciudades, 20 compañías tecnológicas y 36 grupos de investigación. La finalidad del programa era impulsar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico sobre gobierno electrónico, sistemas de planeación y participación ciudadana.²

William Mitchell era parte del grupo de asesores. Fruto de esta colaboración el concepto de los laboratorios vivientes fue desarrollado en Europa, pero con una aproximación más radical, ahora, en lugar de recrear ambientes artificiales que simularan la realidad, los espacios reales se convertirían en laboratorios. Al finalizar el proyecto las ciudades participantes en el 2006 fundaron ENOLL o la Red Europea de Laboratorios Vivientes.

En Europa los Living Labs no evolucionaron a partir de un modelo rígido y reproducible a partir de una serie de reglas, sino que más bien siguieron algunos principios y filosofía de co-creación centrada en los usuarios:

² Living Lab Guide. Disponible en: <http://intelcities.iti.gr/intelcities>.

“Estos elementos son el involucramiento activo de los usuarios (ej. empoderando a los usuarios impactar completamente el proceso de innovación); entorno de la vida real (es decir, probar y experimentar con nuevos artefactos “en la naturaleza”); participación de múltiples partes interesadas (es decir, la participación de proveedores de tecnología, proveedores de servicios, actores institucionales relevantes, usuarios finales profesionales o residenciales); un enfoque de métodos múltiples (es decir, la combinación de métodos y herramientas que se originan a partir de etnografía, psicología, sociología, gestión estratégica, ingeniería); y co-creación (es decir, iteraciones de ciclos de diseño con diferentes conjuntos de partes interesadas)³.”

En la actualidad la Comisión europea define a los living lab de la siguiente manera: “Los living Lab son ecosistemas de innovación abierta liderada por los usuarios basados en una asociación entre negocios – ciudadanos – gobierno, que permite a los usuarios tomar una parte activa en la investigación, desarrollo y proceso de la innovación” (Comisión Europea, 2019: 7).

Los laboratorios vivos y el futuro del trabajo

El LaborLab, como concepto fue un proyecto que se prototipó, desarrolló y validó en el Citilab de Cornellà, una ciudad situada en el Área Metropolitana de Barcelona, en Catalunya. El proyecto fue financiado por el departamento de trabajo de la Generalitat de Catalunya en el año 2009-2010. Las fechas son

³ Short history of living labs. Research and policy context. Documento bajado de Internet

significativas. Eran el momento álgido de una crisis económica que había empezado en el 2008. En Catalunya, el paro juvenil era altísimo, hasta un 35%. La gente buscaba trabajo y no lo encontraba. ¿Podíamos hacer algo para crear ocupación y, a su vez, contribuir a mejorar la cohesión social del territorio? La propuesta del LaborLab consistía en ayudar a la gente no a encontrar trabajo sino a inventárselo. Y tú, ¿qué quieres hacer? No nos enfoquemos en tu curriculum, enfoquémonos mejor en tu *projectum*, ¿Qué te motiva? ¿Qué podrías hacer por ti y por los demás para cambiar el estado de las cosas que te rodean? ¿Podrías impulsar algún tipo de innovación? Este era el planteamiento del LaborLab.

A partir de ahí, se ideó, prototipó, probó, desarrollo e implementaron varias herramientas que contribuían a que las personas vieran en la invención de su trabajo una oportunidad para emprender y auto-ocuparse. Desde entonces el LaborLab sigue ofreciendo apoyo al emprendimiento, especialmente al emprendimiento social y digital. Una idea que nos sirvió particularmente fue la de *projectum*. Se trata de un concepto más rico de que de proyecto habitualmente usado en tecnología. El *projectum* es tu proyecto vital y profesional, un proyecto con sentido y que da sentido a tu trabajo. Fue utilizado para oponerle al de “curriculum” entendido como los estudios o trabajos que has hecho y que justifican tu búsqueda de trabajo. Por definición un/a joven no puede tener mucho “curriculum” pero tiene por delante una enorme posibilidad de generar su *projectum*. Este puede contener tanto su pasión por un determinado reto así como el germen de su propio futuro profesional. Es la base de la invención del propio oficio en la era digital. Inventarse el trabajo comienza por crearse el *projectum*. De esta forma, el/la joven empieza a entrar en el mundo de la innovación y aprende a innovar, habilidad básica

para la era digital. Como ya indicó Robert Solow en su seminal artículo de 1957, “Technical Change and the Aggregate Production Function”, es la innovación tecnológica y no el capital o el trabajo el nuevo factor clave de la riqueza de los países. Por lo tanto innovar será el nuevo trabajo, la base del nuevo valor tanto económico como social.

El LaborLab como parte de la estrategia de la innovación

La innovación es el resultado de un esfuerzo. Podemos hablar de innovación cuando aparece un nuevo producto o un nuevo servicio en el mercado o en la sociedad, o cuando aparecen nuevas formas de organización, se producen nuevos procesos en una organización, o se crean nuevos modelos de negocio / servicio, nuevas maneras de mercadear o nuevas formas de gestionar el conocimiento. Mientras lo nuevo no ocurra, podemos hablar de proyectos para la innovación, pero no de innovación propiamente dicha, porque aún no ha tenido lugar. Sin embargo, la innovación, en sí misma, es una estrategia que, como tal, se utiliza para incrementar la competitividad, la sostenibilidad o, en el caso de la innovación social, la cohesión social y sostenibilidad de un territorio o de una organización pública o privada. Es decir, se puede decidir que se compite en innovación de la misma manera que se puede decidir que se quiere competir en calidad o en precio.

Dentro de esta visión estratégica, el LaborLab promueve la innovación tanto en el sistema territorial como del sistema científico-tecnológico. Es decir, distinguiendo lo que son proyectos de innovación social que contribuyen a la cohesión social y al incremento del capital social del territorio de los proyectos de innovación científico-tecnológica dirigidos al mercado industrial y profesional, y al tejido empresarial que

contribuyen al incremento del capital económico. A caballo de la estrategia de la cohesión social y de la estrategia de la competitividad, se encuentra la estrategia de la sostenibilidad, una estrategia que pretende una síntesis entre la estrategia de la competitividad y la cohesión social.

Espacios de innovación social y aceleradoras de proyectos de innovación

Los espacios de innovación social (Por ejemplo, en el caso de un Lab de Innovación Social) permiten atraer a estas personas. Una vez que han acudido (por ejemplo, a partir de la celebración de un evento, como se hizo en el caso del Taller de LaborLab del BIT center), estos espacios deben proporcionar los recursos humanos y sociales suficiente para darles apoyo y ayudarles a dinamizar sus proyectos (por ejemplo, mentores y dinamizadores). Los innovadores pueden contar con la ayuda de mentores y dinamizadores, pero, es importante que también se ayuden y coordinen entre ellos, que creen redes de colaboración entre las nuevas generaciones de innovadores pensando en que, en el futuro, podrían seguir colaborando. Es decir, esos espacios también funcionan como espacios de socialización y de creación de capital social (contactos y relaciones derivados de la interacción y la comunicación entre las personas)

En estos espacios y en ocasión del impulso de proyectos, es importante conectar los espacios de innovación y los proyectos individuales con prioridades colectivas (por ejemplo, vincular los proyectos de innovación social local con la agenda global para la sostenibilidad del planeta, o con las prioridades de las políticas públicas nacionales, estatales o locales), es decir, tratar de dar mayor dimensión a los proyectos locales

conectandolos con las grandes inquietudes globales.

Cuando el concepto del proyecto ha madurado es momento de prototipar e ir probando la solución. Para ayudar a los innovadores en este menester, pueden entrar dentro de un proceso de aceleración de proyectos. La aceleración es, en sí, un protocolo de acompañamiento y transferencia de conocimientos desde las personas que ya han tenido estas experiencias hacia los que están empezando a tener estas experiencias. Durante este proceso, se llevan a cabo diversas dinámicas de grupo que contribuyen a que los nuevos innovadores se apropien de los conocimientos necesarios para, posteriormente, ser autónomos en sus proyectos.

Durante la etapa de aceleración de un proyecto hay un factor sumamente importante, la conveniencia de poner en práctica una aproximación sistémica e inclusiva con los distintos agentes implicados en los procesos de cambio y transformación de los territorios. Para llevar a cabo cambios que tengan impacto y sean sustentables en el tiempo, son necesarias alianzas entre universidades y centros de investigación, administraciones públicas, empresas, sociedad civil y asociaciones. Cuando los cambios se impulsan desde una perspectiva sistémica, las posibilidades de que después de la intervención los efectos permanezcan son mayores.

Fig. 1. Pasos para llevar a cabo proyectos de innovación social

1	Investigación del entorno y problematización
2	Identificación del problema y de sus necesidades
3	Redacción de la propuesta del proyecto de innovación
4	Creación del grupo promotor y de las alianzas
5	Diseño de la herramienta para llevar a cabo el cambio
6	Co-diseño del proyecto con los agentes implicados

7	Co-ejecucion del proyecto
8	Valoración social y económica del impacto del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

La contribución de los proyectos de innovación social a la estrategia de la sostenibilidad y la competitividad

La automatización del trabajo y el uso de la Internet de las cosas está aumentando la productividad industrial. Sin embargo, el empleo no está creciendo al mismo ritmo. Esto plantea una reflexión sobre el futuro del trabajo y el destino de los usos de la capacidad de trabajo de los trabajadores que van perdiendo empleo o viendo como sus empleos se precarizan. El despliegue de las narrativas sobre la innovación social y digital tratan de dar una solución a este fenómeno derivado de la emergencia de la sociedad digital. ¿Hacia dónde se podría redirigir esta energía que ya no se puede ocupar para generar riqueza económica? La narrativa sobre la innovación y el emprendimiento social proponen dedicar parte de esta energía al desarrollo de la cohesión social y de la sostenibilidad; es decir, a crear más capital social y más conciencia del estado de la biosfera (un nuevo capital cultural) para compensar el desajuste entre la disminución del trabajo y el reto de mantener el bienestar social y la calidad de vida en un planeta preocupado por la sostenibilidad de los recursos naturales.

Capítulo 2

Los FabLab o la programación del mundo físico: Nuevos medios de producción y el futuro del trabajo



“La finalidad de la fabricación personal
no es hacer lo que puedes comprar en las tiendas,
sino hacer lo que no puedes comprar”
(Gershenfeld: 2012, 46, traducción propia)

¿Y tú qué quieres hacer?
(Citilab de Cornellà de Llobregat).

Los FabLab o la programación del mundo físico: Nuevos medios de producción y el futuro del trabajo

Las primeras impresoras de objetos tridimensionales o 3D, fueron inventadas dentro del Massachusetts Technology Institute (MIT). Su desarrollo se extendió a lo largo del último cuarto del siglo XX. Uno de sus principales promotores fue Gershenfeld, director del Centro de Bits y Átomos (CBA) fundado en 2002 con apoyo de la National Science Foundation (NSF) y adscrito al 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 -átomos- y virtual -bits-, hasta su traducción en materiales de dimensiones variables; desde los átomos hasta su aglutinación en edificios o ciudades.

Siguiendo la analogía de la evolución de las PCS personales que permitieron personalizar la manipulación de los bits, 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. A esto es lo que Gershenfeld (2005) ha llamado un Fabricador Personal (PF por sus siglas en inglés), máquinas que hacen máquinas o que son capaces de auto reproducirse; impresoras que imprimen objetos en lugar de imágenes, es decir, lo que popularmente se conoce como impresoras 3D.

En 1998 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 vez los PF y sus posibilidades para materializar cualquier idea una vez que este era traducido en bit y después en átomos. Algunos de los objetos desarrollados en esta primera clase sorprendieron al propio 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 iracunda fuera escuchada, hasta un vestido que marcaba el espacio personal de su usuaria cuando alguien se aproximaba demasiado (Gershenfeld, 2005).

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 materializar lo inexistente; la fabricación personal permitía crear objetos deseados por personas que no eran escuchadas por el mercado; 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 imprimirían los deseos personales.

La importancia del trabajo colaborativo y la capacidad de materializar los objetos inexistentes para resolver problemáticas personales sugirió a 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 serían apropiados y utilizados para la resolución de problemáticas particulares que respondían a sus contextos locales.

El propósito de la tecnología desarrollada por Gershenfeld y sus colegas del MIT era llevar de vuelta a las casas o unidades domésticas la tecnología necesaria para que reproduzcan aquellos objetos que necesiten en su vida cotidiana para de esta manera “regresar el control de la creación tecnológica de vuelta a las manos de sus usuarios” (Gershenfeld, 2005: 142-kindle, traducción propia). 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 poco a poco migraron de la ciudadanía a un puñado de corporaciones.

Lo anterior tiene profundas implicaciones sociales y culturales. Respecto a esta última dimensión, siguiendo la definición de Malinowsky respecto a la cultura como el medio ambiente artificial desarrollado por la humanidad con la finalidad de adaptarse al medio ambiente:

“Estos pertrechos materiales del hombre —sus artefactos, sus edificios, sus embarcaciones, sus instrumentos y armas, la parafernalia litúrgica de su magia y su religión— 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 [...]” (Malinowsky, 1931)

A partir de lo anterior es posible decir que quienes producían objetos de forma personal producen su propio ambiente artificial, su propia cultura; se relacionan con el entorno de forma personal. En cambio, la revolución industrial y la producción masiva trajo consigo la homogenización de la “cultura” o el ambiente material que utilizamos para relacionarnos con el natural.

Con la finalidad de popularizar y democratizar el uso de la nueva tecnología Gershenfeld y su equipo siguieron la misma lógica de las computadoras personales, las cuales fueron apropiadas masivamente gracias al desarrollo de *software* por los usuarios; la gente compraba computadoras porque querían desarrollar o utilizar *software* para resolver problemas de su vida cotidiana, el trabajo y la administración pública, 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 Fabricador Personal (FP), Gershenfeld y su equipo decidieron abrir esta tecnología en forma de fab lab y a partir de ello aprender de los usuarios, la forma como utilizan dicha tecnología para resolver problemas personales, locales, situados (Ibíd): “Este pensamiento guió la instauración del proyecto para crear fab lab 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 deseas, el fab lab puede significar un laboratorio para la fabricación, o simplemente un laboratorio

fabuloso [...] un fab lab es una colección de máquinas comerciales disponibles y partes unidas por software y procesos que desarrollamos para hacer cosas” (Gershenfeld, 2005: 202 – Kindle, traducción propia).

A partir de lo anterior se entiende que los fab lab siguieron una lógica de innovación abierta donde una tecnología aún no terminada fue puesta en las manos de los usuarios para que estos aceleraran 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 ·D, y una (fresadora controlada por computadora). Además de 20 mil dólares en materiales que incluían (partes para fundir y moldear piezas y producir productos electrónicos). El equipo se conectaba por software a la medida. El conjunto de estas herramientas, materiales y el software para su operación fue llamado fablab, lo cuál hace referencia a laboratorios de fabricación o laboratorios fabulosos (Gershenfeld, 2012: 47).

Si bien los primeros fab lab partieron de una estructura mínima que costaba alrededor de 70 mil dólares -que fue financiada por la NRF, se esperaba que con el tiempo cada fab lab adoptara 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: 206 – Kindle, traducción propia).

La particularidad del proyecto de socialización de los fab lab era que contrario a las formas tradicionales de la apropiación social de la ciencia, los fab lab no difundirían 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 del conocimiento.

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 entusiastas y diversas:

“En la villa de Abal en el occidente de la India hubo un interés por usar el lab para desarrollar medios de medición para aplicaciones que iban desde inequidad en productos lácteos hasta ingeniería agrícola eficiente. En Bithoor, a la sorillas del Ganges, las mujeres locales querían hacer escaneos tridimensionales e imprimir las piezas de madera tallada utilizadas para el chikan, un tipo local de embroidery. Sami herders en los Alpes de Lyngen del norte de Noruega querían redes inalámbricas y tags para animales, de esta manera sus datos serían tan nómadas como sus animales. La gente en Ghana quería crear maquinas que fueran alimentadas directamente de la luz solar en lugar de la escasa electricidad. Los niños de la ciudad de Boston querían utilizar su fab lab para convertir materiales provenientes de la basura en joyería para vender” (Gershenfeld, 2005: 226 – Kindle, traducción propia).

Los fab lab cambian el paradigma de la brecha digital, pues demuestran que la brecha no se limita al acceso a dispositivos o a la conectividad de estos, sino a la incapacidad de fabricar materiales para intervenir el medio ambiente; por ejemplo,

una mesa para montar la computadora o una impresora 3D, una silla o un estante; es decir a la “fabricación de cultura” en términos de Malinowski.

“La apropiación de las computadoras requiere los medios para hacer, medir, y modificar el mundo físico de átomos, así como el mundo virtual de los bits. Y en lugar de llevar Tecnologías de la Información (IT) a las masas, los fab lab muestran que es posible llevar las herramientas para el desarrollo IT, con la finalidad de desarrollar y producir soluciones tecnológicas locales a problemas locales” (Gershenfeld: 2005, 228 - Kindle, traducción propia).

Lo anterior cambia 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 ICT4D: 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 redituable enviar a la gente los medios para producir sus propias computadoras y sus propias redes y de esta forma no hacerlos dependientes tecnológicamente o de redes que les hacen pasar por un punto de paso obligatorio de conexión -facebook por ejemplo. Lo mismo pasa con la educación científica: en lugar de intentar interesar a los niños en la ciencia a través de la educación tradicional, “es posible equiparlos para que hagan ciencia, dándoles ambas cosas, el conocimiento y las herramientas para que lo descubran. En lugar de construir mejores bombas, las tecnologías emergentes pueden ayudar a construir mejor comunidades” (Gershenfeld, 2005: 234 - Kindle, traducción propia).

En concreto, desde la perspectiva del grupo de científicos del Laboratorio de bits y átomos, la forma más sostenible de generar resultados más profundos mediante la revolución digital no es mediante la provisión de computadoras o cobertura, sino generar las condiciones adecuadas para que con tecnología de fab lab sean capaces de generar sus propias herramientas para resolver sus propios problemas (Bakhtiar P1): “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 u que ayudarán a reconceptualizar el debate actual sobre el rol de las TIC en el desarrollo (Bakhtiar, 2002: 2, traducción propia).

La capacidad 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 y 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 (Gershenfeld et.al, 2018: 18), y por ello es necesario generar estrategias para acelerar la democratización de esta tecnología.

El futuro de los Fab labs: de la impresión de materiales a la impresión de materiales digitales

Gershenfeld considera que independientemente de los avances que se han logrado en la impresión 3D, está básicamente

sigue funcionando bajo la lógica del mundo de los átomos, y no la del mundo digital, es decir de los bits. Para explicar este hecho Gershenfeld utiliza la metáfora de los legos y nos invita a pensar en un niño que los ensambla en comparación con una impresora 3D; el ensamblaje del primer sujeto es digital, en tanto que la del último objeto es material. Su argumento se construye de cuatro proposiciones: En primer lugar, nos explica Gershenfeld que cuando el niño juega con los legos su ensamblaje en buena medida está determinado por las formas específicas del objeto y sus posibilidades generar asociaciones con otros legos con formas compatibles, lo cual reduce las posibilidades de error del niño que los manipula, en cambio, las impresoras 3D acumulan una serie de errores al adherir materiales. En segundo lugar, el hecho de que cada pieza de lego tenga una forma específica que abre y cierra posibilidades de ensamblaje, permite que la estructura creada crezca en diferentes direcciones, en cambio, las impresoras 3D se encuentran limitadas por el tamaño de su sistema. En tercer lugar, los materiales para construir los legos pueden ser ampliamente diversos, en cambio aquellos con los que operan las impresoras 3D son limitados, al igual que las posibilidades de combinarlos. Y cuarto: “una construcción de lego que ya no es necesaria puede desensamblarse y sus partes pueden ser reutilizadas; cuando las partes de una impresora 3D ya no son necesarias, estas simplemente se tiran. Estas son exactamente las diferencias entre un sistema análogo (el performance de las impresoras 3D) y una digital (el ensamblaje de lego)” (Gershenfeld, 2012: 50, traducción propia).

En el futuro construir objetos digitales facilitaría el reciclaje ya que las mismas instrucciones que se utilizaron para crear el objeto pueden ser usadas para reconstruirlo. Esto sería similar a un proceso inverso de fabricación digital para el reciclaje:

“un objeto construido con materiales digitales puede contener información suficiente para describir su constitución, y por tanto su deconstrucción, de tal manera que un ensamblador puede correr un proceso reverso para desarmarlo y reutilizar la materia prima (Gershenfeld, 2005: 178 Kindle, traducción propia).

La propuesta de Gershenfeld y el trabajo que están desarrollando en los últimos años en el centro de bits y átomos es pasar de las impresoras 3D a los ensambladores 3D que puedan construir estructuras materiales de manera orgánica a partir de un proceso similar al del ribosoma y no solo imprimir la materia; la nueva tecnología sería capaz adherir o extraer partes de un set discreto de piezas:

“La digitalización de los materiales no es una idea nueva. Tiene cuatro billones de años, data de los tiempos de evolución del ribosoma, la proteína que hace proteínas. Los humanos están llenos de maquinaria molecular, desde motores que mueven nuestros músculos hasta sensores en nuestros ojos. El ribosoma construye toda la maquinaria a partir de una especie de versión microscópica de piezas de lego, aminoácidos, de los cuales hay 22 tipos diferentes. La secuencia de ensamblaje de los aminoácidos se encuentra guardada en el DNA y es enviada a los ribosomas en otra proteína llamada el mensajero RNA. El código no solo describe a la proteína que debe ser manufacturado; se convierte en una nueva proteína” (Gershenfeld, 2012: 51, traducción propia).

A partir de lo anterior, se entiende que las posibilidades de la futura tecnología de ensamblaje 3D serán infinitas una vez que lleguen a manos de los usuarios que la apropien a partir de sus necesidades y contextos particulares. Dicha tecnología está en

desarrollo y pronto será transferida a la sociedad, el problema es si estamos preparados para utilizarla y sacar provecho al máximo de ella. Por ello Gershenfeld señala que al final de cuentas el reto de los fab lab no es técnico sino social: “Las personas innovadoras que lideran la economía del conocimiento comparten una senda particular: por definición, no son buenas siguiendo reglas. Para ser capaces de inventar, la gente necesita cuestionar lo que está dado por hecho. Necesitan estudiar y trabajar en ambientes donde estén seguros para hacerlo. La educación avanzada y las instituciones de investigación solo tienen espacio para algunas personas como estas. Llevando ambientes amables a innovadores a donde quiera que se encuentren, esta revolución digital hará posible aprovechar una fracción más amplia del poder mental planetario” (Gershenfeld, 2012: 57, traducción propia).

La fabricación digital y el futuro del trabajo

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 nos invitan a reflexionar en cómo la fabricación digital podría llegar a cambiar de forma radical las reglas de la producción capitalista; de trabajadores que acceden a medios de producción a trabajadores que poseen sus propios medios de producción:

“Si el performance y la accesibilidad a las tecnologías de fabricación digital continúa mejorando de forma incremental como en el presente, entonces el potencial para la redefinición del trabajo en sí mismo no es solo un ejercicio pensamiento abstracto. En su lugar, se hace posible que literalmente para individuos, familias y barrios posean sus

propios medios de producción” (Gershenfeld et.al, 2018: 8, traducción propia).

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 necesita para su auto reproducción, ya sea mediante el copiado del diseño de productos existentes o la creación de productos propios para resolver necesidades específicas. Lo anterior llevaría además a la emergencia de nuevas categorías y actividades que serían parte del futuro del trabajo. De hecho, esto ya está sucediendo en la práctica. Los casi 2 mil fab lab en el mundo 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 (Gershenfeld et.al, 2018). “La pregunta clave en este momento concierne al grado en que la gente puede hacer cosas en un fab lab o con maquinaria emergente de fabricación personal que reemplace, en un grado substancial, su necesidad de trabajar. Si esto sucede, será un punto de inflexión histórica que requerirá repensar la naturaleza del trabajo” (Gershenfeld et.al, 2018: 9, 10, traducción propia).

Si bien no sería imposible fabricar todo lo que un individuo, familia o barrio necesita, al menos sería posible reducir la dependencia a la producción industrial a gran escala y disminuir los propios costos de producción. Además, esto permitiría dedicar menor tiempo al trabajo “formal”, la disminución de la jornada de trabajo propuesta en algunos países se convertiría en la regla más que la excepción, en parte debido por la robotización, en parte debido a que las personas poseen sus propios

medios de producción. Los hermanos Gershenfeld consideran que 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 labs en un barrio deprimido de Detroit:

“Su visión es sobre lo que él llama tercios, -impulsar la capacidad de fabricación digital hasta el punto 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” (Gershenfeld et.al, 2018: 10, traducción propia).

Desde la perspectiva de los hermanos Gershenfeld algunas cuestiones centrales a resolver para que la fabricación digital personal se convierta en una parte fundamental del trabajo, tiene que ver con: 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.

Desde el establecimiento en 2003 del primer fab lab estos se han ido duplicando al doble cada 18 meses aproximadamente, en la actualidad existen casi dos mil y se espera que en 2026 el número se incremente a 25 mil. Si cada fab lab en el mundo es utilizado por al menos 15 personas, tal y como está proyectada la afluencia de usuarios en el fab lab Casa de la Tribu en Tijuana para su primer año de operación, entonces hablar de 3,750,000 personas en 2026 auto produciendo parte de los

objetos que necesitan para su vida cotidiana no resulta desca-
bellado. Retomando las ideas Tom Kalil, quien fuera director
de la oficina de ciencia u tecnología de la Casa Blanca, 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 crea-
ción de “unicornios”, donde en lugar de crear empresas que
reditúen millones de dólares para un punado de inversores,
los beneficiados sean para millones de personas gracias a una
innovación radical democratizada de forma correcta (Gersh-
enfeld et.al, 2018: 12).

A la pregunta sobre si el acceso a la fabricación digital será
suficiente para constituir un cambio revolucionario en los
mercados y la sociedad, los hermanos Gershenfeld responden:
“El potencial esta ahí, pero este será alcanzado solo a través
de elecciones que permitan asegurar que la generación de una
infraestructura social necesaria puede co-evolucionar con la
tecnología” (Ibid. traducción propia).

Capítulo 3

Industria 4.0 y fábricas de aprendizaje:

una aproximación socio-técnica al cambio
tecnológico y su impacto en el trabajo y
los empleos



Industria 4.0 y fábricas de aprendizaje: una aproximación socio-técnica al cambio tecnológico y su impacto en el trabajo y los empleos

El termino fábricas de aprendizaje fue presentado en 1994 por un consorcio liderado por la Peen State University. Dicho concepto fue desarrollado con financiamiento de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF, por su acrónimo en inglés). La primera fábrica de aprendizaje tenía 2 mil metros cuadrados y estaba equipada con maquinaria, herramientas y materiales que permitieron a los ingenieros y empresas desarrollar una aproximación práctica a la educación de los futuros ingenieros y la solución de algunos problemas al interior de las fábricas. El programa tuvo tal éxito que en 2005 fue galardonado con el Gordon Prize de innovación en educación de la ingeniería (Abele, et al, 2015): “Este modelo temprano de las fábricas de aprendizaje enfatizaba la experiencia práctica ganada por el conocimiento aplicado que era ganado al culminar la educación en ingeniería para resolver problemas reales en la industria y el diseño/rediseño de productos para satisfacer

necesidades identificadas” (Ibid. 2, traducción).

En el S.XXI las fábricas de aprendizaje comenzaron a popularizarse en Europa, y en el año 2011 se impulsó la “Iniciativa Europea de Fábricas de Aprendizaje” en el marco de la “1ª conferencia de Fábricas de Aprendizaje” llevada a cabo en Darmstadt, Alemania. El avance del concepto en Europa impulsó la creación en 2014 del Grupo de Trabajo Colaborativo sobre Fábricas Inteligentes (CIRP) con el objetivo de “establecer un entendimiento conjunto de términos relevantes alrededor del aprendizaje orientado por la acción y las fábricas de aprendizaje, para recabar conocimiento del estado del arte global, y generar insumo para programas futuros de investigación y modelos colaborativos” (Ibid.).

Una característica común de las fábricas de aprendizaje es que reúnen bajo un mismo espacio la enseñanza y el aprendizaje dentro de un ambiente que simula el espacio real de producción. Esta aproximación práctica al espacio de trabajo permite a los estudiantes probar y aprender a manipular las tecnologías con las que se relacionarán dentro de las fábricas reales (Conrad y Wannöffel, s/f)

En cuanto a sus elementos constitutivos y morfología las fábricas de aprendizaje, igual que los living lab o fab lab varían de forma significativa; este no es un modelo estandarizado que se traslada de un espacio a otro sin modificaciones, por el contrario, las necesidades específicas de los actores involucrados, el espacio y el fin último de la fábrica de aprendizaje -entre otros factores- determinarán su configuración. Sin embargo, a partir del registro y sistematización de diversas características que distinguen a las fábricas de aprendizaje europeas, la Network of Innovative Learning Factories (NIL) en conjunto con el ministro de educación e investigación alemán, han propuesto algunos posibles modelos morfológicos:

Part 1: Operativity model Nature cooperation institution (academic, industrial, etc.); teaching staff, funding	Initial funding Ongoing funding	Internal funds Internal funds	Public funds Public funds	Company funds Company funds
Part 2: Purpose and Targets Strategic orientation of LF: Purposes, target groups, group constellation, targeted industries, subject matters	Funding continuity Business model for trainings	Short term funding (e.g. single events) Club model Education	Mid term funding (projects and programs: 3 years) Open models Course fees	Long term funding (projects and programs: 3 years) Closed models (training program only for single company)
Part 3: Process Addressed phases, inv. functions, material flow, process type, manufacturing methods & technologies, etc.	Secondary purpose	Test environment / pilot environment	Vocational training	Research
Part 4: Setting Learning environment (physical, virtual), work system levels, IT-integration, changeability of setting	Product Life Cycle	Product planning Investment planning Configuration & order	Product development Factory concept Order sequencing	Product design Process planning Production planning and scheduling
Part 5: Product Number of different products, variants, type and form of product, product design, further product use, etc.	Factory Life Cycle	Product development Factory concept Order sequencing	Rapid prototyping Ramp-up	Assembly Manufacturing
Part 6: Didactics Learning targets, type of learning environment (greenfield, brownfield), role of trainer, evaluation, etc.	Order Life Cycle	Product development Factory concept Order sequencing	Rapid prototyping Ramp-up	Assembly Manufacturing
Part 7: Learning Factory Metrics Quantitative figures (like floor space, FTE, Number of participants per training, etc.)	Dimensions learn, targets	Cognitive Instruction	Affective Demonstration	Psychomotorical Open scenario
	Learn, scenario strategy	greenfield (development of factory environment) Onsite learning (in the factory environment)	greenfield (development of factory environment) Onsite learning (in the factory environment)	Open scenario brownfield (improvement of existing factory environment) Remove connection (to the factory environment)

Fuente: Cuadro retomado de: Abele, et al, 2015: 3.

A partir del cuadro anterior es claro que la configuración específica que pueden adoptar las fábricas de aprendizaje es muy diversa. En seguida presentamos los casos específicos de las fábricas de aprendizaje de la Universidad de Bochum y la Universidad de Stuttgart en Alemania.

La fábrica de aprendizaje e investigación de la Universidad de Bochum

Esta iniciativa fue impulsada en 2009 por la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad de Bochum. En particular por el departamento de sistemas de producción de dicha facultad. Algunas de las áreas en las que se enfoca son: “procesos de optimización, administración lean, eficiencia de recursos, así como administración y organización del trabajo en el contexto de procesos en transformación (Wagner et al. 2015). Este último enfoque se ha desarrollado principalmente porque una relación de cooperación amplia y cercana entre la fábrica de aprendizaje y investigación (LPS, por su acrónimo en alemán) y la Oficina de Cooperación de la Universidad de Bochum y el sindicato del metal IG [...] Esta cooperación combina competencias y conocimiento experto de diferentes lados y permite una perspectiva más holística a los temas alrededor de la transformación del trabajo” (Conrad y Wannöfffel, s/f: 2).

La aproximación desarrollada por la LPS para integrar a actores tan diversos en un mismo ambiente de producción de conocimiento y desarrollo tecnológico ha sido una de tipo socio-técnico: “Esto significa que considera el triángulo tecnología-organización-personal (TOP) y comprende a todos los actores como interconectados. En los entrenamientos y clases, los participantes siempre son confrontados con preguntas sobre las posibilidades tecnológicas y prácticas, así

como la forma en que estas afectarán a los trabajadores humanos y empleados, así como las organizaciones en general.” (Ibid, traducción). Dentro del mismo espacio son capacitados representantes de los trabajadores afiliados al IG Metall, ingenieros y estudiantes de ciencias sociales, lo cual permite (1) que vena más allá de su campo de expertise, (2) experimentar de primera mano nuevas tecnologías y sus aplicaciones, (3) intercambiar experiencias y preocupaciones, (4) preguntar y recibir respuestas en un espacio neutro” (Op.cit, traducción).

Su novedosa aproximación pedagógica emplea ejercicios de simulación a partir de la ludificación, de posibles casos problemáticos a los que se pueden enfrentar en las fábricas como lo sería un cliente no satisfecho o cambios en la gerencia y los derechos de participación de los trabajadores en la toma de decisiones dentro de la fábrica. Además, los estudiantes también trabajan al interior de las fábricas y desarrollan proyectos prácticos en coordinación con los consejos de trabajadores de dichas empresas. Es decir, que esta es una aproximación dual que incluye ambientes simulados y reales, además del continuo dialogo interactorial e interdisciplinario.

Otro de los proyectos impulsados por el LPS en conjunto con la Oficina de cooperación y el sindicato del metal IG es “Trabajo e innovación: fortaleciendo habilidades, moldeando el futuro” impulsado entre 2016-2019: “El concepto se enfoca en diversos impactos de los cambios actuales y futuros en las condiciones del trabajo y el empleo desde la perspectiva de los trabajadores. El proyecto busca permitir a los representantes de los trabajadores reconocer las posibilidades que pueden ejercer en el diseño, desarrollo e implementación de tecnologías provistas por la ley de co-determinación alemana – la ley del trabajo” (Conrad y Wannöfffel, s/f: 3). Para ello se ha desarrollado un programa de capacitación de tres días

donde se ofrece a los asistentes información teórica y ejercicios prácticos que les permitan identificar oportunidades en la creciente digitalización de la industria, así como algunos de los riesgos asociados: “los ejercicios se enfocan en los sistemas asistenciales como interfaces entre gente y tecnología. Los participantes pueden probar diferentes tipos de sistemas asistenciales y evaluarlos a partir en ciclos repetitivos. Así, el entrenamiento enfatiza la asunción de que la tecnología en general no es buena o mala, sino que la gente puede de forma activa moldearla su diseño e implementación. Esto empodera a los representantes de los trabajadores a considerarse a sí mismos como facilitadores de cambio al mismo tiempo de cuidar por el interés común de los trabajadores en cuanto al cambio tecnológico” (Ibid. 4, traducción propia).

La iniciativa nace como una estrategia para atraer a nuevas industrias a la región y al mismo tiempo para preparar a los trabajadores ante el cambio tecnológico. Además, en este espacio se atiende a empresas de la región que desean iniciar su proceso de migración hacia la I4.0, por ejemplo, ofreciéndoles entrenamiento sobre herramientas tecnológicas para digitalizar sus procesos e inclusive entrenamiento a sus trabajadores para que aprendan a manipular dichas tecnologías. El tipo de empresas que atienden el lugar es diverso y los entrenamientos son dirigidos en ocasiones en cooperación con las grandes uniones de trabajadores alemanes, tal es el caso de IG Metall, que en cooperación con la Oficina de Cooperación de la Universidad de Bochum han desarrollado algunas pruebas tecnológicas y entrenamiento de sus agremiados. Este hecho destaca la existencia de un funcional modelo de capacitación entre universidad, uniones de trabajadores y empresas.

En la fábrica del aprendizaje diversos tipos de robots que son programados para que cooperen con los humanos en

diversas tareas ya sea de precisión o trabajos pesados. Un elemento a destacar es que dichos robots son relativamente fáciles de programar por los trabajadores cuando se relacionan con ellos mediante su manipulación directa. De esta forma el trabajador le enseña al robot las tareas que debe de hacer y después el robot aprende a repetirlas, funcionando como un cobot o robot colaborativo. De esta forma el trabajador puede atender otras tareas más complejas en tanto el robot le apoya a realizar los trabajos repetitivos.

Un aspecto central de la interacción humano-robot en el que centran su atención es la seguridad. Por ejemplo, instalando sensores en los robots para que estos se detengan cuando se salen de ciertos parámetros o hacen contacto brusco con alguna entidad.

Dentro de la fábrica de aprendizaje también se desarrollan tecnologías para que los trabajadores aprendan como interactuar con una línea de trabajo automatizada o manipulando un robot al interior de la misma. Por ejemplo, a través de lentes de realidad aumentada o de mecanismos interactivos que con luces van señalando a los trabajadores que pieza deben de incorporar a la línea de trabajo. Además, el uso de tabletas y monitores para el aprendizaje es prominente.

Algunos de los desarrollos que se han realizado en la fábrica de aprendizaje son una impresora 3D que a diferencia de las comunes puede generar impresiones en cualquier área independientemente de grado en el que se encuentre la plataforma, es decir, no necesita imprimir sobre una plataforma en 90° y limitándose a hacerlo de abajo hacia arriba como normalmente proceden las tecnologías aditivas, sino que también lo puede imprimir en una pared vertical o de arriba hacia abajo.

Debido a que el IG Metall tiene un rol fundamental en la operación de la LPS enseguida presentamos algunos datos relativos

a dicha organización, así como los resultados de un estudio FODA sobre el rol del sindicato en la implementación de la política industrial 4.0 que fue desarrollado entre la Oficina de cooperación de la Universidad de Bochum y en coordinación con una investigadora del sindicato.

En 2015 IG Metall estaba compuesta por 2, 270,000 miembros, siendo de esta manera la unión más grande de trabajadores del metal en el país. La estructura de la organización se divide en tres niveles; regional, distrital y federal. Existen 164 administraciones regionales distribuidas en 7 distritos (Harbeck y Filipiak, S/f: 11).

Los resultados del modelo FODA que arrojó el la investigación antes señalada fueron los siguientes:

Fortalezas: IG Metall se ha unido de forma comprometida al debate de la I4.0 en Alemania desde sus inicios y en diferentes niveles que van desde lo político hasta lo académico. El sindicato del metal ha sido un actor clave en posicionar los temas relacionados con las políticas laborales como eje rector del debate más allá del avance y los retos tecnológico de la cuarta revolución industrial. Así, en el debate alemán el rol de los trabajadores como actores centrales en la creación de valor ha sido central: “Por ello, los programas de capacidades como “Arbeit Innovation” son implementados colaborativamente entre socios. Esto también refleja la aproximación cooperativa de la unión en este tema, lo que también permite a los representantes de los trabajadores operar como co-creadores de la transformación digital al nivel de la compañía” (Harbeck y Filipiak, S/f: 14, traducción propia).

Debilidades: El debate sobre cómo atraer a trabajadores especializados del sector TI se ha vuelto central en Alemania. Por ello han implementado políticas de atracción de migrantes altamente especializados. Otra de las problemáticas relevantes ha sido el bajo involucramiento de las pymes en los consejos de trabajadores que han sido centrales en la discusión de la transformación digital alemana (Ibid).

Oportunidades: El número de agremiados y su grado de organización y coordinación con múltiples actores permite al sindicato IG Metall en Alemania alcanzar resultados positivos en la negociación colectiva de sus contratos y formas de integración de las nuevas tecnologías a las fábricas digitalizadas. Otra área de oportunidad es identificada en el interés del Partido social demócrata alemán por la política laboral (Harbeck y Filipiak, 2017: 15).

Amenazas: Una amenaza central a la organización sindical es la poca regulación del llamado “*crowdworking*”: “Las personas que se autoemplean pueden formar parte del sindicato de IG Metall desde 2016, sin embargo, las oportunidades de regulación en el campo del *crowdworking* son limitadas [...] las condiciones laborales dependen en gran medida de las condiciones de los proveedores de las plataformas, pero la investigación muestra que un número de plataformas operan en general bajo los términos y condiciones de las empresas, lo que no favorece a los derechos de los trabajadores y en ocasiones inclusive violan leyes vigentes (IG Metall 2015)” (Harbeck y Filipiak, 2017: 15, traducción propia).

A partir de lo anterior se entiende que el rol del sindicato

del metal IG en Alemania es activo y en lugar de esperar para reaccionar ante el nuevo modelo industrial I4.0, sus miembros se han convertido en partícipes del diseño del mismo. Además, promueven la capacitación de los trabajadores, las empresas y los trabajadores libres que se emplean en la economía de plataforma o *crowdworking*, al mismo tiempo de defender sus derechos ante las consecuencias inesperadas de la adopción generalizada de la I4.0. Como bien se menciona en las conclusiones del estudio de caso: “la unión tiene que enfrentar muchas incertidumbres, como consecuencia de la digitalización progresiva y en algún sentido especulativa. Especialmente con lo que respecta al desarrollo del empleo y la posible diversificación de las formas del mismo, las consecuencias para la unión y su asertividad para enfrentarlas aún son poco claras” (Harbeck y Filipiak, 2017: 21). Si bien, los impactos de la cuarta revolución industrial aún son inciertos, consideramos relevante destacar el rol proactivo que ha tomado este el sindicato del IG Metall en la discusión de la política laboral y la preparación de sus agremiados en los procesos de digitalización tanto en las fábricas físicas como en la emergente economía de plataforma.

El laboratorio del futuro del trabajo de la Universidad de Stuttgart

La Universidad de Stuttgart en Alemania también ha desarrollado un espacio dedicado a la demostración y entrenamiento de nuevas tecnologías para el trabajo en la I4.0. Dicho espacio es denominado al Future of work lab¹. Este laboratorio forma

¹ <https://www.futureofworklab.co/>

parte del instituto Fraunhofer. Dicho instituto es la organización europea más grande de investigación aplicada: “Nuestros esfuerzos de investigación se enfocan totalmente a las necesidades de la gente: salud, seguridad, comunicación, energía y el medio ambiente. Como resultado, el trabajo realizado por nuestros investigadores y desarrolladores tiene un impacto significativo en la vida de las personas”².

El instituto Fraunhofer cuenta con 75 unidades de investigación especializadas en diferentes áreas y un staff de 25 mil personas. Su financiamiento es mixto, una parte proviene del gobierno alemán y otra de contratos con la industria. De parte del gobierno recibe financiamiento para impulsar la I4.0 a partir de desarrollo de tecnología aplicada y la capacitación. En el caso específico de las unidades de instituto Fraunhofer en la Universidad de Stuttgart se especializan en la producción y la automatización, y la ingeniería industrial (IAO). Estos institutos impulsan diversos programas para la transferencia de conocimiento. Estos van desde seminarios con un costo relativamente alto para los gerentes de empresas que desean iniciar su migración hacia la I4.0³, hasta días de laboratorio abierto donde el público general es invitado a asistir a sus instalaciones y conocer sus últimos desarrollos.

En el laboratorio del futuro del trabajo se desarrollan diversos proyectos para proveer capacitación a empresas y uniones de trabajadores, así como al desarrollo tecnológico orientado a la aplicación. En seguida se hace un breve recuento de algunas tecnologías que en 2018 estaban siendo desarrolladas dentro del instituto y que fueron mostradas al público en general en

² <https://www.fraunhofer.de/en.html?>

³ <https://www.ipa.fraunhofer.de/en/about-us/guiding-themes/industrie-4-0/seminarreihe-industrie-4-0.html>

un día de laboratorio abierto. Destaca que estos desarrollos van desde lo sencillo y análogos hasta lo complejos y de base digital:

1) Maqueta física-virtual para aprender a ensamblar equipos: mediante un modelo virtual del equipo a ensamblar se muestra al trabajador en una tableta los pasos que debe de seguir en una aplicación en forma de juego. Una vez aprendido el procedimiento el trabajador pasa al mundo físico y realiza lo aprendido en el mundo virtual.

2) Juego de mesa para enseñar a los miembros de una organización como iniciar su migración hacia la I4.0. Si bien este desarrollo puede parecer demasiado básico destaca que el juego utiliza monedas virtuales de tecnología *blockchain* que los ganadores pueden intercambiar por entrenamiento especializado y personalizado.

3) Estación sobre el futuro de trabajo. El proyecto presenta el modelo de una estación de trabajo futura co-diseñada entre investigadores y jóvenes que en conjunto imaginaron como sería el trabajo en 2030. Como resultado el investigador desarrollo una maqueta en tamaño real sobre la estación ideal de trabajo de los jóvenes en actuales y su proyección al 2030.

4) Aplicación para generar una jaula virtual que da instrucciones a los robots para que no invadan ciertas áreas. Con esta tecnología cualquier elemento que quede fuera de la malla virtual detiene la actividad del robot, pero al mismo tiempo cualquier elemento que entre inesperadamente al área del robot hace que este último se detenga.

5) Sensores para digitalizar maquinaria antigua: Con la finalidad de ayudar a las empresas de bajos recursos a iniciar su proceso de migración a la I4.0 se desarrolló un mecanismo compuesto por sensores que se pueden adaptar a cualquier máquina y son monitoreados por una plataforma que ayuda a medir cualquier tipo de performance de la máquina en cuestión y ayuda al trabajador a automatizar ciertas funciones.

6) Exoesqueletos: Estos dispositivos ayudan a los trabajadores a manipular carga pesada sin que se lastimen. Más que cargar más les ayuda a proteger su cuerpo. Este es el ejemplo perfecto de cooperación humano-máquina. Es de particular ayuda en aquellas operaciones repetitivas que implican carga pesada.

7) Neurotransmisores para medir la actividad cerebral de los trabajadores e identificar puntos de estrés. Con este desarrollo se pretende comprender los puntos de saturación o estrés a los que llegan los trabajadores al realizar ciertas tareas a lo largo de su jornada laboral. La intención es ayudar a la gerencia de las empresas a modificar ciertas áreas o actividades del trabajo en beneficio de los trabajadores.

8) Lentes de realidad virtual en la fábrica: este desarrollo ayuda a entrenar a los trabajadores en nuevas tareas mediante el uso de lentes de realidad virtual que enseñan al trabajador el ambiente y la tarea a realizar.

9) Lentes de realidad aumentada: Este desarrollo genera

una serie de elementos virtuales que se superponen sobre el espacio físico y ayudan al trabajador a interactuar con la maquinaria. Por ejemplo, si no está seguro de cómo manipular una máquina a través de los lentes puede recibir instrucciones. Lo mismo sucede si la máquina se descompone, en este caso podrá recibir asistencia remota para repararla. La ventaja es que la persona que proporciona la asistencia puede ver una representación precisa de la máquina y enviar instrucciones claras de manipulación al trabajador.

10) Programación de robots por bloques: Mediante este desarrollo el trabajador no debe saber lenguaje de programación para poder enseñar a un robot sus funciones. Solo se necesita partir de una lógica tipo “lego” para que mediante el ordenamiento de bloques virtuales en una plataforma se genere el código que dará las ordenes necesarias para al robot.

La mayor parte de las investigaciones desarrolladas en el laboratorio del futuro del trabajo buscan integrar a las diferentes generaciones de trabajadores a la fábrica del futuro. Por ello, en ocasiones más que enfocarse en el desarrollo de “alta tecnología” privilegian el desarrollo de tecnología que cierre la brecha digital en la fábrica y que no excluya a las generaciones mayores, las cuales tienen un alto grado de conocimiento debido a la experiencia, pero no poseen amplias habilidades digitales; es decir que de alguna manera sus desarrollos buscaban “contener” el conocimiento de estas personas y transmitirlo de la mejor manera a las generaciones más jóvenes.

Otra de las áreas donde los proyectos desarrollados en el

laboratorio del futuro del trabajo centran su interés, es en la seguridad de la interacción humano-máquina, y una tercera es en mejorar la calidad de vida de los trabajadores mediante el uso de nuevas tecnologías. Es decir que más allá de buscar que el trabajador aumente su productividad gracias a la cooperación con los robots, el interés está centrado en cómo esta cooperación le puede permitir tener una mejor calidad de vida, menos estrés en el trabajo y mayor tiempo libre para disfrutar de su vida diaria.

Capítulo 4

Una aproximación socio-técnica al cambio tecnológico y su impacto en el trabajo y los empleos





Taller de ciencia abierta sobre el futuro del trabajo y la digitalización de los empleos en Tijuana

La rápida difusión y adopción de las tecnologías digitales ha generado profundos efectos entre los mercados laborales en el nivel global. Berger y Benedikt (2016) han identificado tres áreas de alto impacto: (i) incrementado la demanda de capacidades cognitivas; (ii) reduciendo la demanda de trabajadores que realizan tareas rutinarias; y (iii) contribuyendo al declive del ingreso nacional producto del trabajo (Berger y Benedikt, 2016: 42). Por su parte, Frey y Osborne (2013) consideran que se ha impulsado la polarización del mercado de trabajo, como resultado de la reducción en la demanda de trabajos rutinarios (debido a la robotización) y de la expansión de la demanda de trabajos que requieren capacidades más abstractas y creativas. Los autores señalan que, para el caso de EUA y de otras economías en desarrollo, es posible identificar un aumento en los trabajos cognitivos de ingresos altos a la par de un incremento de las ocupaciones manuales

de ingresos bajos, lo cual contrasta con una disminución en la demanda de trabajos rutinarios de ingresos medios (Frey y Osborne, 2013:12). Paradójicamente, los autores también han identificado que los trabajadores más educados y mejor capacitados están tomando los trabajos antes realizados por personas menos educadas y capacitadas, lo cual empuja a esta última población ocupaciones más bajas de la escalera ocupacional e inclusive fuera del mercado laboral (Frey y Osborne, 2013:13).

Algunos autores 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 Benedikt, 2016; Frey y Osborne, 2013). Esta reorganización implica por un lado la sustitución de ciertos empleos por medio de la robotización, lo cual tiene efectos negativos a corto plazo, pero, por otro lado, tiene efectos positivos a mediano y largo plazo, ya que favorece la capitalización tecnológica y económica e incrementa la productividad de las empresas, lo cual promueve la expansión del sector e impulsa a su vez la demanda de más trabajadores (Frey y Osborne, 2013: 13).

Si bien no es posible anticipar con exactitud el número y la velocidad en que los empleos de la franja fronteriza serán afectados por los procesos de automatización, algunos de sus efectos cualitativos comienzan a ser evidentes. Es por ello que se considera pertinente desarrollar un taller de ciencia abierta para discutir con miembros de las cuatro hélices los posibles impactos positivos y negativos que la acelerada automatización de las EMN tendrá entre poblaciones móviles que llegan a la franja fronteriza de manera voluntaria o forzada.

El Taller de ciencia abierta. “El futuro del trabajo y la automatización de los empleos: desafíos y oportunidades para las

poblaciones móviles con habilidades digitales diferenciadas en la frontera norte de México”, fue un foro donde miembros de las cuatro hélices discutieron acerca de cómo la incorporación de procesos de robotización y automatización están impactando en las prácticas de empleo en la frontera norte del país; tanto en su remuneración como en la eficiencia y calidad de los mismos.

La información arrojada por el taller de ciencia abierta permitió genera algunas propuestas enfocadas a integrar a las poblaciones móviles de la frontera norte del país a los mercados laborales en proceso de automatización; tal es el caso de los migrantes indígenas, centroamericanos y caribeños, así como la población de origen mexicano retornada al país; poblaciones que presentan habilidades digitales específicas y con posibilidades diferenciadas para incorporarse a los mercados laborales de la frontera norte del país.

En el taller quedó claro que la innovación y emprendimiento social tienen un área de oportunidad ante este cambio, ya que el reto principal es el desarrollo acelerado de capital humano capaz de capitalizar las nuevas oportunidades de empleo.

La dinámica del taller

El taller se desarrolló el día 6 de noviembre en el marco de la 4ª convocatoria de Tijuana Emprende Socialmente. Dicha iniciativa fue promovida por el Consejo de Desarrollo Empresarial de Tijuana en 2016. El Colef ha participado como institución aliada de TES desde la primera convocatoria.

El evento de cierre de la 4ª convocatoria se realizó en el BIT center de Tijuana, donde se sitúa un vivero de empresas tecnológicas de la ciudad. Como parte de las actividades se desarrollaron diversas conferencias y un panel de tres

investigadores de El Colef - Dra. Ietza Bojorquez, Dr. Alfredo Hualde y el Dr. Maximino Matus- quienes compartieron con los asistentes diversas problemáticas que han identificado en sus investigaciones: salud, empleo y estudiantes transfronterizos. Dicho panel permitió compartir y poner en contexto la problemática que se abordó en el taller de ciencia abierta que se desarrolló posteriormente.

El taller de ciencia abierta tuvo una asistencia de más de 40 personas, lo que indica el interés por la problemática. Quienes asistieron al taller tenían un perfil de estudiantes, educadores y profesionales que en general, pero también nos acompañaron algunos empresarios y personas que trabajan en la maquila.

A lo largo del taller que se prolongó por más de dos horas los asistentes compartieron ideas y proyectos con distinto grado de maduración para atender la problemática que nos convocó, además de señalar otras áreas que consideraron relevante atender mediante la innovación y el emprendimiento social.

¿Qué se puede hacer en un taller de LaborLab de dos horas?

En dos horas el tiempo se puede aprovechar de distintas maneras. Nosotros preferimos hablar, primero, del concepto de *LaborLab* en el sentido de inspiración, segundo, distinguir la práctica de la innovación social, o social y digital, de la científico-tecnológica y, en tercer lugar, escuchar y comentar los *projectums* de innovación los asistentes para compartir experiencias y, en la medida de lo posible, compartir conceptos que ayudaran a los asistentes a pensar en las maneras de organizar sus *projectums*.

El taller inició con una presentación de los coordinadores del mismo. Se presentaron los objetivos, la dinámica y

experiencias previas sobre el tema, particularmente las desarrolladas en Barcelona mediante la fundación I2CAT y el Citilab de Cornellà, iniciativas impulsadas por dos coordinadores del taller: Dr. Artur Serra y Dr. Jordi Colobrans.

Después de la presentación del taller, se pidió a los asistentes conformar dos grupos, esto con la finalidad de desarrollar una dinámica más cercana y dinamizar la discusión de ideas y proyectos que pudieran atender la problemática que nos convocó. El primer grupo fue coordinado por Artur Serra y el segundo por Jordi Colobrans, en tanto que Maximino Matus participó en ambos grupos supervisando la dinámica y apoyando los ejercicios de co-creación.

Grupo 1: hacia la co-creación de una estructura para facilitar la innovación social

Las personas que participaron el grupo coordinado por Artur Serra tuvieron la oportunidad de presentar sus ideas, proyectos y desarrollar escenarios de futuro con la finalidad de generar posibles soluciones ante los retos de la automatización en la región y sus posibles impactos en el trabajo y los empleos. Destaca que este primer grupo se centró no solo en los problemas y soluciones, sino también en qué tipo de estructura colaborativa podría ayudar a abordarlos de forma sistémica y qué compromiso personalmente estaban dispuestos a asumir para el impulso de una iniciativa e infraestructura como la propuesta.

Como puede verse en el siguiente cuadro los participantes incluyeron propuestas sobre el tipo de estructura que consideraban podían dar continuidad a la solución de los problemas identificados, más allá del propio proyecto de innovación. La solución de problemas complejos por definición requiere

un trabajo a mediano y largo plazo que exige durabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

Cuadro 1. Mapeo de problemáticas, posibles soluciones, tipo de estructura y propuestas de acción

PROBLEMAS LABORALES	SOLUCIONES POSIBLES	TIPO DE ESTRUCTURA	YO QUE PUEDO HACER
"Un sistema educativo poco accesible y mal orientado a resolver o implementar una necesidad en la comunidad". "Problema: Educación de calidad al alcance de todos -Educación de 1er nivel en el área de ciencia. -Profesionistas en educación con vocación e interés por la educación. -Políticas educativas utópicas. -Ausencia de los padres y falta de valores de los estudiantes".	"-Promover educación de calidad -Diseñar estrategias y talleres en ciencia (bio, quim, física...) -Ser mentores de proyectos para jóvenes y fortalecer sus habilidades. -Brindar las herramientas para el desarrollo de los jóvenes con potencial" "Mesas de Trabajo con Profesionales en una o unas áreas específicas para desarrollar modelos Funcionales Educativos Inclusivos"	"Hipótesis: -Crear talleres especializados, -Conferencias de áreas de ciencia de 1er nivel (biotecnología, nanotec, genética, bio. Sintética) -Crear foros de discusión de ciencia y presentación de temas de interés". "Laboratorios de educación STEAM con colaboración interdisciplinar y ser transversal con gobierno y A.C." "Fomentar un acceso libre educativo para impulsar el potencial humano" "Tech Labs como los explican las fotos que vimos"	"Ser un ejemplo como profesionista en educación para los jóvenes" "Como líder del proyecto tengo que fortalecer las habilidades de mi equipo para que puedan lograr su objetivo".
"Integrar/articular ecosistema de innovación de Baja California"	"Desplazamiento tecnológico"	"Creación de Laboratorios digitales en conjunto, empresa, universidad, ciudadanos" "Generar espacios digitales de conexión y colaboración". "-Fablab -Comunidad tecnológica -Live Lab"	"Axis: -Mapear ecosistema" -Diseñar plataforma y procesos". "Proporcionar diagnósticos del grado de desplazamiento tecnológico en la industria maq".
"Impuestos mal implementados. Crear es caro y no hay dinero. Mecánicas anticorrupción. Proteger Instituciones"	"Debe ser muy creativo e innovador x que es un reto enorme".		"¿Yo que puedo hacer? Perfil tecnológico con interés social y colaborativo"
"Inclusión laboral de población migrante"	"Capacitación, boletines informativos" "Realizar un proyecto de emprendimiento social con, para, desde la comunidad migrante"	"Espacios colaborativos para poder trabajar en conjunto y atender a público diverso".	"Investigar, publicar, difundir" "Diseñar un modelo de coordinación con la comunidad migrante"
"Muchas ideas por parte de la comunidad, pero no hay suficiente apoyo para que se puedan llevar a cabo".	Solución: Sociedad colaborativa. Reunirnos para trabajar en conjunto viendo qué puede aportar cada quien".	"Tipo de estructura: Crear apoyo de distintas maneras" "Empresa social"	"Difundir info" "Aportar desde mi especialidad conocimientos aplicables para crear oportunidades de desarrollo". "Informarme, informar, crecer"

"No hay labor social para AC. Grupos, Casa hogar... Sin noción de alcances de plataformas digitales mediante un plan de MKT que ayude a la promoción, recaudación, posicionamiento de Marca".	"-Plan de MKT digital, -Alianza con creadores de contenidos. -Agencias adoptar los a.c. grupos, etc. -Capacitación efectiva social".		"¿Qué puedo hacer en esta área? -Plan de MKT -Plataforma digital"
"Crear empleo para los más grandes grupos de desempleo que se ven amenazados por las nuevas tecnologías de no tener nunca un empleo". Ejemplo Shenzhen. Hay forma de cuantificar la afectación económica de las máquinas sobre lo laboral. ISO en ONGs.	"Capacitación tecnológica a los trabajadores menos cualificados, a través de políticas que obliguen a las empresas a asegurar el desarrollo de los empleados". "Generar comunidad de tecnología. Generar productos tangibles que ejemplifiquen aplicaciones. Colaborar con grupos de solución social para conocer más necesidades"	"Red de colab. Online"	"Conseguir lugares donde puedan tener juntas de la comunidad. -Conectar con el Fablab existente -Construir partes tangibles (aplicaciones tecnológicas)".
"Faltan especialistas en sistemas embebidos en BC y Falta de coordinación entre ellos"	"Convocatorias de egresados, Creación de plan Trabajar con gobierno y expertos"		

Fuente: Elaboración propia a partir de información producida por los asistentes al taller.

Según estas respuestas que reflejan las principales preocupaciones de una comunidad innovadora local en cuanto al mercado laboral, la educación y capacitación sería un primer reto decisivo a resolver. Este reto condiciona la solución de las problemáticas identificadas; un mercado laboral en transformación por la irrupción de la digitalización de las empresas Industriales, así como la llegada masiva de una población migrante de toda Latinoamérica que necesita de empleo y que se concentra en la frontera norte ante el endurecimiento de su cierre por parte de la actual administración estadounidense.

El reto de incorporarse a un mercado laboral digitalizado pasa por un nuevo modelo educativo, y este modelo educativo incluye un nuevo paradigma basado no solo aprender tecnologías digitales, sino también aprender por "proyectos" y con ayuda de "mentores" que ayuden a las nuevas generaciones a encontrar el "¿Y tú que quieres hacer?" o "¿Y tú que puedes

hacer para aportar a la solución de la problemática?”.

Este reto requiere a su vez de nuevas estructuras educativas que desde su propio origen y naturaleza ya se orienten a la innovación: “Laboratorios de educación STEAM”¹, espacios colaborativos, “fab labs”, “living labs”, “laboratorios digitales”. Espacios donde todo el mundo, estudiantes, profesores, migrantes, ONGs, trabajadores en empresas en proceso de digitalización, artistas e incluso funcionarios y políticos, pueden aprender a innovar colaborativamente y visión social

Grupo 2: talleres LaborLab con un antes y un después

Los talleres de ciencia abierta son oportunidades de intercambiar conocimientos y experiencias de manera colaborativa. Cuando el tiempo y los recursos lo permite, los talleres pueden enfocarse a la solución de una problemática en específico, tal sería el caso de los retos del trabajo y el empleo ante la automatización de la economía y las empresas. Para ello, un laboratorio de trabajo o *LaborLab* puede ser de utilidad. En el Citilab de Cornell se han realizado talleres de esta naturaleza para intentar afrontar la problemática del paro -desempleo- entre los jóvenes. En los talleres del *LaborLab* que hemos desarrollado en Cornell, antes de preguntar por el currículo de quienes asisten o ayudarles a desarrollar uno, preferimos motivarles a que diseñen un *proyectum*, donde plasmen los

¹ STEAM: “Acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics o, en español, de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, respectivamente.”: <https://www.aulaplaneta.com/2018/01/15/recursos-tic/educacion-steam-la-integracion-clave-del-exito/>. Acceso: 29/11/2019.

intereses y capacidades que tienen, así como las habilidades que están dispuestos a desarrollar, para después ayudarles a identificar su nicho en el mercado laboral y una estrategia para acceder a este o crear su propio empleo y sus propias empresas.

Un taller del tipo *LaborLab* puede estar precedido de una recopilación previa de información. Esta información puede proceder de las mismas personas que van a participar en el evento o de personas que plantean problemáticas a tratar en el evento. Cuando se trata de un material proporcionado por quienes van a asistir al evento, por ejemplo, información sobre experiencias y propuestas, se puede elaborar y utilizar como base para trabajarlo el día del taller. En el segundo caso, se parte de una investigación preliminar que servirá para plantear un reto o una misión al grupo que luego se podrá discutir.

En esta ocasión ocurrieron ambas cosas, algunos de los asistentes llegaron con *proyectums* en distintos grados de desarrollo y uno de los coordinadores del taller, por su parte, había estado investigando la situación de los estudiantes transfronterizos y planteó algunas de las problemáticas que había encontrado; el abandono de sus estudios, la salida al mercado laboral a temprana edad, no contar con apoyo y condiciones estudio para seguir estudiando, etc.

¿Podíamos dar solución a alguna de estas problemáticas? A partir de ahí empieza el trabajo colaborativo de escuchar en una ronda de presentaciones breves de los *proyectums*. Esto nos permitió pensar en voz alta, como ocurre en una lluvia de ideas, y formular contenidos por escrito, utilizando post-its que pegamos en las paredes en donde distinguimos: Problema, Solución, Método de cambio y Aportación.

Cuadro 2: Mapeo de problemáticas, posibles soluciones, tipo de estructura y propuestas de acción

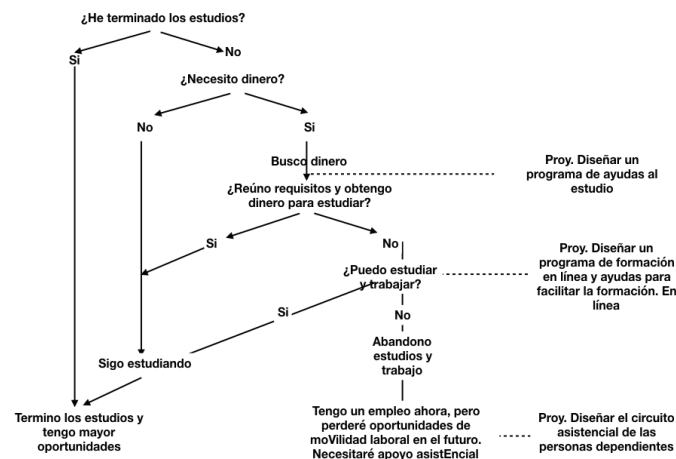
PROBLEMA	SOLUCION	INFRAESTRUCTURA	QUE PUEDO HACER
Falta de medios para capacitar a las personas desempleadas. Necesitan más talentos	Crear un centro comunitario multifuncional y multidisciplinario	Espacio físico compartido y optimizado tecnológicamente	Coaching de desarrollo personal. Ayudar a crear a la comunidad y conectar con un propósito en la vida
Pérdida de los escolares en niños migrantes por no saber español (deportados, haitianos y otros no hablantes de español)	Plataforma infantil para el aprendizaje del español para niños migrantes	Plataforma digital	Generar contenido para el aprendizaje
Las poblaciones migrantes en Tijuana requieren información sobre cómo cubrir distintas necesidades	Generar un espacio virtual donde el migrante pueda encontrar información sobre cómo moverse en Tijuana y acceder a diversos espacios y trámites que le permitan solventar necesidades para su integración	- Una plataforma que permita alojar información - Trabajo de campo para identificar necesidades de información de migrantes - Vínculo con el gobierno, ONGs, centros educativos y demás - Recursos para mantener y alimentar la plataforma	General contenidos para la plataforma, investigación de campo y estrategias de comunicación
La migración	Necesidad de un área comunitaria desde donde tramitar y consultar datos de interés en Internet	Construir condominios con bajo coste para el migrante	Comunicarlo con el entorno que me rodea: universidades y fundaciones y municipio
Abandono escolar	Plataformas de estudios digitales para tiempo medio	Financiamiento digital	Nutrir la base de datos por medio de conocimiento compartido
Necesidad de alimentar a los migrantes que acaban de llegar o a los establecidos	Organización digital en red, ONGs, albergues	Red digital. Hardware, software profesionales	Lo que puedo hacer ya lo hice
Falta de Información disponible respecto al trabajo, trámites, ubicación	Creación de plataformas con información de soporte en poblaciones migrantes en diferentes idiomas	Colaboración con un laboratorio o mini lab para el desarrollo de plataformas de información	Apoyo profesional a las comunidades migrantes mediante colaboración en otros sectores.
Violencia y trata de mujeres migrantes	Albergue para mujeres	Un edificio nuevo	Colaborar con grupos interesados en el tema
Fuga de talento migrante que llega a Tijuana y siguen sin ser detectados y con la idea de seguir se fuga a otro país	Crear una ciudad digital que permita regular la diversidad del talento migren y local para hacer seguimiento y atención en Tijuana	Una plataforma digital que permita la interacción de talento en Tijuana y ofrecer oportunidades de apoyo en la ciudad para detener su fuga	Promover una metodología para la detección y desarrollo de talentos. Crear contenido para sensibilizar y capacitar a la comunidad
Presencia de Haitianos y africanos	Creación de un Registro	Registro, foto, adecuar la legislación	Asesoría para las plataformas

Fuente: Elaboración propia a partir de información producida por los asistentes al taller (grupo 2)

Dado que los talleres generan información, toda esta información puede analizarse en posterioridad y aprovecharse como material de un nuevo evento que permita enfocar más las propuestas de proyecto inicial. Por ejemplo, elaborándolas y re-agrupando a los participantes para discutir las distintas

propuestas en función de los diversos intereses.

Figura 1. Fig. Ejemplo de análisis de un problema y de identificación de propuestas para armar un proyecto de innovación social



Fuente: Elaboración propia a partir de información producida por los asistentes al taller.

Aprendizajes

La presentación y discusión de las ideas y los *projectums* hizo evidente que estos requieren de una acción continuada para su maduración y validación. Si no se da este proceso de supervisión tememos que muchos de ellos simplemente, como ya se apuntan por los propios participantes, mueran por “falta de apoyo”. Ello refuerza la urgencia de crear un laboratorio de innovación social de forma inmediata en la ciudad, y en un lugar lo más accesible posible al gran público.

Un aspecto a destacar del taller fue que la abundancia de ideas y proyectos planteados desbordó la capacidad de los dinamizadores para atenderlos puntualmente. Por ello sugerimos que, en adelante, se siga una metodología más colaborativa y participativa a fin que los propios emprendedores participen en la mentarías de sus proyectos en grupo, con un rol menos centralizado de los organizadores.

Conclusiones

El LaborLab fue un experimento, un proyecto piloto que en su momento abrió un abanico de posibilidades sobre la manera de innovar en el mundo del trabajo. Este abanico sigue desplegándose. En la sociedad del conocimiento la investigación para la innovación en todas sus formas resulta fundamental. Sin embargo, esta innovación puede ser del sistema (radical o disruptiva) o dentro del sistema (incremental). Pensar el LaborLab como una innovación incremental reduce el LaborLab a ser un servicio para fomentar el emprendimiento e impulsar el co-working dentro del sistema establecido. Pero, el LaborLab, usado como laboratorio de trabajo, puede ir más allá. Se podrían aprovechar las lecciones aprendidas en estos laboratorios para pensar en cómo rediseñar los sistemas oficiales de ocupación y adaptarlos mejor a la sociedad digital y del conocimiento.

Una propuesta sería, por ejemplo, haciendo evolucionar las redes de oficinas nacionales, estatales o locales de empleo hacia el concepto de LaborLab. En estos LaborLab los ciudadanos no sólo irían a buscar y encontrar trabajo como les era costumbre sino que los ciudadanos más inquietos también hallarían recursos y servicios que les ayudarían a inventárselo, a crear sinergias con otros ciudadanos, y a compartir

espacios de trabajo y colaborar en proyectos. En estos espacios tendrían acceso a formación, mentoría, y podrían asistir a eventos y aprovechar varias maneras de dinamizar el trabajo y el emprendimiento que se les ofrecería. La reconversión de las oficinas de empleo en LaborLabs daría lugar a unos espacios dinámicos, interactivos, creativos y, sobretodo, actualizados, teniendo en cuenta que, en estos momentos, el mundo avanza hacia la sociedad digital y del conocimiento y, que a las ciudades les preocupa mucho la sostenibilidad y la innovación social y digital.

Estos LaborLab deberían estar alineados con las políticas públicas y coordinarse tanto con las necesidades históricas de la sociedad como con las posibilidades emergentes que abre el despliegue de nuevas infraestructuras digitales y tecnologías. De esta manera, la creación de una red de LaborLabs en el territorio poco a poco, iría reemplazando las funciones del sistema tradicional de ocupación basado en las oficinas de empleo y creando una nueva generación de estructuras sociales, para atender a los problemas contemporáneos y para crear lo nuevo.

La sociedad, al margen del sistema de ocupación, ya está yendo en esta línea. La aparición de co-workings en los territorios, por ejemplo, no sólo responde a una necesidad de acceso a espacio de oficina barato sino, y lo que parece ser más importante, a la necesidad de trabajar en espacios dinámicos, creativos y de contactar con gente diversa que podría colaborar en proyectos. Estos proyectos con frecuencia tienen que ver con la innovación para lo social, lo digital y lo sostenible. Los viveros, las incubadoras de empresas de los centros de innovación o de los parques científicos y tecnológicos están evolucionando en esta dirección. La sociedad digital y del conocimiento necesita sus propias estructuras y procesos

para avanzar. Los LaborLab pueden contribuir a ello y ayudar a crear capital social, cultural e intelectual que permita dinamizar la relación entre la formación, la ocupación, el trabajo y el consumo en el contexto de lo digital y lo sustentable.

La Ciudad de Tijuana se ha convertido en un laboratorio de hecho, donde se concentran de forma extrema un conjunto de problemas, como son el cambio del modelo laboral, la crisis del sistema educativo, la acumulación de una nueva migración, así como la crisis medioambiental, tanto locales como globales. Al tiempo es una ciudad donde ya existe un conjunto potente y diverso de iniciativas tanto en las instituciones tradicionales del sistema de innovación como de la propia sociedad civil, que indican un potencial innovador extraordinario. Si a ello unimos la condición particular de Tijuana como ciudad parte del primer conurbano binacional del mundo con su vecina San Diego, podemos concluir que este territorio concentra de forma evidente retos y posibles soluciones a algunos de los problemas a los que la humanidad se estará enfrentando en las próximas décadas producto de la acelerada automatización y digitalización de la economía, así como el deterioro ambiental: Tijuana-San Diego y más allá toda la región de CALI-BAJA se puede convertir en un gran laboratorio global.

Nuestra apuesta esta en favor del co-diseño y construcción en breve plazo de un laboratorio de innovación social y digital en la Ciudad de Tijuana, con dimensión transfronteriza y binacional, liderado por la cuádruple hélice local, el mundo académico, político, empresarial y de la sociedad civil, e incluso incluiríamos una quinta hélice, el propio ecosistema natural, que en esta zona demanda acciones urgentes. Este laboratorio complejo, un *lab* de *labs*, puede contar con la participación de entidades y actores de todo el mundo, comenzando por la propia fundación i2cat de Barcelona, que así mismo trabaja

en otro territorio de frontera entre Europa y el área de África y Medio Oriente. El objetivo sería el abordar de forma coordinada y sistémica retos y misiones urgentes desde un programa investigación y una innovación abierta, social y digital, retos y misiones a las que se enfrenta tanto esta ciudad como el conjunto del planeta.

Conclusiones finales



Conclusiones finales

Las jornadas del tipo Tijuana Emprende Socialmente (TES-CDT-COLEF) en su 4ª edición, que incluyen conferencias y talleres, permiten difundir conocimientos, compartir experiencias y, lo más importante, facilitan la co-creación y posibilitan la interlocución entre diversos perfiles. Al final, este tipo de eventos van contribuyendo a crear una comunidad de personas inquietas e implicadas en la transformación de la sociedad actual hacia una sociedad tecnológicamente más avanzada, social y económicamente innovadora y territorialmente más sostenible.

Este tipo de jornadas -talleres de ciencia abierta, startups, hackatones, etc.- constituyen un evento por sí mismas, pero tienen un antes y un después. Un antes que las prepara y un después para seguir dando impulso a quienes participan en ellas y competen sus ideas. Tanto el antes como el después dependen de la conexión de estos eventos con el sistema de innovación en el que se incluyen; esta conexión es muy importante. Los sistemas de innovación científico-tecnológicos se están redefiniendo y reconstruyendo desde sus inicios. Los sistemas de innovación social y territorial abiertos, inclusivos y

participativos, que requiere el despliegue de la sociedad digital, del conocimiento y abogan por lo sostenible, son más recientes.

Los sistemas de innovación científico-tecnológicos se basaron en el modelo de la triple hélice, que implicó la coordinación entre la universidad, la administración y la empresa. No obstante, los sistemas de innovación social y digital están logrando coordinar una cuádruple hélice, a las anteriores añaden la sociedad civil, las asociaciones civiles y las ONGs. Incluso hay quienes proponen la necesidad de agregar una quinta hélice, es decir la naturaleza y el territorio, esto cuando se tiene en consideración que la cuádruple hélice siempre actúa en un territorio y su entorno natural (Carayannis y Campbel, 2010). Así, sistema de innovación científico-tecnológico y el socio-digital y el territorial poco a poco tienden a converger en nuevas estructuras que se empezaron a construir con la aparición de la informática y que a partir del 2005 empiezan a visualizarse en la sociedad a través de las funciones de algunos laboratorios sociales y digitales. El caso del Citilab de Cornellà es pionero en este sentido.

Las 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. Son los Labs que se construyen utilizando la Net. Si el emblema de la revolución industrial fueron las fábricas, el de la revolución digital son los laboratorios. Pero no sólo 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, y los talleres donde los ingenieros sociales 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 re-diseñarse a sí misma y proyectarse hacia el futuro. El LaborLab es sólo un ejemplo de este tipo de laboratorios. Se necesitan laboratorios de educación, de salud, de seguridad, de bienestar, de consumo, de sostenibilidad, de industria, de energía, de transporte; laboratorios de todos aquellos aspectos que la sociedad necesita revisar para pasar de un tipo de sociedad originada en la industria del átomo, a una sociedad basada en el bit. Y se necesitan redes de laboratorios, como la red CatLabs de Catalunya, y colaboratorios, es decir laboratorios de laboratorios, como el caso CatSud en Catalunya, que, a su vez, vayan formando redes globales de colaboratorios.

Una parte de la sociedad industrial se ha digitalizado para sobrevivir en un mundo mediatizado por Internet. Otra parte espera su jubilación considerando que ya ha hecho su contribución a este mundo. Pero, otra parte de la sociedad ha nacido digital y se reproduce hacia lo digital. La sociedad industrial tuvo que poner remedio a las contradicciones entre la economía y la sociedad. En consecuencia, inventó las políticas de bienestar social y desarrolló un sistema de educación, de salud, de trabajo y empleo, de consumo, etc. Además, creó una administración para manejar las tensiones entre las fuerzas de la competitividad y las de la cohesión social. Pero, en la actualidad, estas estructuras tienen dificultades para llevar a cabo sus funciones históricas porque la sociedad está cambiando. Estas estructuras nacidas en la sociedad industrial permanecen en una sociedad que, primero se digitalizó y, más adelante, está naciendo y creciendo como sociedad digital. Junto con este proceso, la economía también está cambiando radicalmente. La sociedad digital tiene pocas grandes empresas y plataformas digitales que están transformando y monopolizando las

formas de hacer y ser en el mundo digital, pero también están emergiendo millones de pequeñas y medianas empresas e individuos cuyo negocio y formas de trabajar se basa en el uso y explotación de los bits, no de los átomos; esperamos que pronto el conjunto de estas últimas iniciativas logre generar un contrapeso ante los gigantes digitales.

En definitiva, ser parte de un presente que no acaba de adecuarse y transformar las estructuras de lo análogo al mundo digital es un reto e implica un gran compromiso social. Se necesitan nuevas estructuras que sean capaces de dinamizar una sociedad que encuentre en la creatividad, la co-creación y la innovación social la solución a diversas problemáticas que le atañen; consideramos que los laboratorios ciudadanos son parte de esta solución, y en ese sentido el presente libro es una invitación a experimentar las posibilidades de co-crear una sociedad más inclusiva en el ámbito laboral desde el mundo de los labs, pero las posibilidades de adaptar el concepto son infinitas, así como los retos de la sociedad digital.

Algunas ideas clave para co-crear el futuro del trabajo

Inventar los nuevos trabajos: Hasta la fecha el futuro del trabajo se enfoca habitualmente con una metodología más propia del pronóstico (forecasting) que de la innovación. Pero como señaló el investigador de Xerox – PARC Alan Key, al proponer la creación de una computadora personal para niños en 1972: “la mejor forma de predecir el futuro es inventarlo” (Key, 1972). Y ese es precisamente el procedimiento que proponemos para afrontar el reto del futuro del trabajo; intentar inventarlo sin miedo, en lugar de esperar a ver qué ocurre.

Generar *projectums*: Para generar las profesiones del futuro, proponemos un nuevo tipo de espacio de innovación que llamamos LaborLab. Este tipo particular de laboratorio fue impulsado por primera vez desde el Citilab de Cornellà y sirve para iniciar un tipo de proyecto laboral que denominamos *projectums*. Estos son propuestas generadas para resolver retos laborales de forma innovadora, los cuales involucran desde

su creación a la persona, o un equipo de personas, en su resolución. Son proyectos que generan programas de innovación laboral que pueden alargarse a lo largo del tiempo o inclusive de la vida de una persona.

El ciclo vital de innovación laboral: Los LaborLab representan un momento en el ciclo vital de innovación de cada persona, reto al que nos está invitando la nueva era digital, donde hemos de irnos acostumbrando a que la innovación será una actividad persistente a lo largo de la vida para cada uno de nosotros. El LaborLab corresponde idealmente al momento vital de la juventud, con la finalidad de iniciar proyectos innovadores que generen recursos económicos suficientes para la vida profesional. Sirven para facilitar la integración de los jóvenes en el mundo profesional y del trabajo. Pero hemos de tener en cuenta que el trabajo va a cambiar de significado, así como los intereses a lo largo de la vida, por ello es un *projectum* que se va reconstruyendo a largo plazo y al cual nos podemos sumar en cualquier etapa de nuestra vida.

La innovación es nuestro trabajo: Como indicó el economista del MIT Robert Solow (1956), la riqueza viene de la innovación tecnológica, que es tanto económica como social. Hasta hace poco tiempo, la innovación tecnológica era una herramienta al servicio del capital. Pero recientemente se ha reconocido que esta también es vital para la riqueza de las naciones y sus ciudadanos. Bajo esta perspectiva, el trabajo, no es la fuente exclusiva de valor, sino que esta también se crea en la innovación, tal y como lo propusieron Latour y Lepynay en *La economía, ciencia de los intereses apasionados* (2008).

Todos los ciudadanos tienen derecho a innovar: Esta nueva visión del trabajo, donde no solo se accede a los existentes, sino que también se les inventa de acuerdo a las nuevas necesidades y posibilidades tecnológicas de la era digital, nos aboca a proponer que el derecho ciudadano a innovar es un nuevo derecho universal a reivindicar. No basta ya con el acceso universal a Internet o los dispositivos tecnológicos, sino que además necesitamos de aprender a innovar en espacios de acceso abierto, como el mundo de los laboratorios ciudadanos. De lo contrario la brecha económica y social no hará más que aumentar.

La innovación cambia de significado continuamente: La innovación digital es necesaria pero no suficiente. Digitalizar la sociedad no cambia el *statu quo* de la misma. En cambio, son necesarias y posibles la continua reinención de profesiones dedicadas a la innovación social digital, enfocadas a transformar las estructuras económicas, sociales, políticas, culturales de la era industrial a la digital. El futuro será de países, regiones, ciudades y territorios que combinen la innovación digital con la innovación social en un sentido amplio.

Bibliografía

Abele, Eberhard, et.al, (2015). Learning Factories for research, education, and training. En: *The 5th Conference on Learning Factories*. Science-Direct. Procedia CIRP 32 (2015) 1-6.

Berger, T., & Frey, C. B. (2016). Structural Transformation in the OECD. Digitalization, Deindustrialisation and the Future of Work. En: OECD Social, *Employment and Migration*, Working Papers No. 193, 26 septiembre, 2016.

Carayannis, E. & Campbell, F.J. (2010), Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate to Each Other. A Proposed Framework for a Trans-Disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology. In: *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*. 2010, vol. 1, issue 1, 41-69

Citilab.(2018) Guía de los Laboratorios Ciudadanos para Responsables Públicos. <https://coneximents.citilab.eu/wp-content/uploads/2018/09/Gu%C3%ADa-Laboratorios-Ciudadanos.pdf>

Colobrans, J. (2019). Living Lab Guide. Barcelona, MINDb4ACT. Disponible en https://mindb4act.eu/wp-content/uploads/2019/03/Living-Lab-Guide_web.pdf. Consultado el 24 de noviembre de 2019.

Conrad, A., & Wannöf, M. (S/F). Learning Factories in the Digitalization of Work.

Crutzen, P., (2006). The Anthropocene: The current human-dominated geological era. Paths of Discovery. *Pontifical Academy of Sciences*, Act 18, Vatican City. www.pas.va/content/dam/accademia/pdf/acta18/acta18-crutzen.pdf

Cutcher-Gershenfeld, J., Gershenfeld, A., & Gershenfeld, N. (2018). *Digital Fabrication and the Future of Work*. Members-only Library. Pp. 8-12.

European Commission. (2019). Living lab for user-driven open innovation. An overview of the living labs. Methodology, activities and achievements. January, 2019. Belgium.

European Network of Living Labs. (2019). Short history of living labs. Research and policy context. Pp. 16-27. Disponible en <https://es.scribd.com/document/423662117/Short-History-of-Living-Labs-Research-and-Policy-Context>

Florinda, R. (2003). Cities and the Creative Class. In: City & Community 2:1 March 2003. <https://creativeclass.com/rfcgdb/articles/4%20Cities%20and%20the%20Creative%20Class.pdf>

Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and Social Change*, Working Paper (september 17). Oxford University

- Gershenfeld, N. (2005). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – from Personal Computers to Personal Fabrication*. New York, Basic Books.
- Gershenfeld, N. (2012). Making Computers Like Watson Faster, Smaller and Smarter—Bits and Atoms. *Bulletin of the American Physical Society*, 57.
- Harbeck, T. & Filipiak, K. (2017). National Report GERMANY. Case Study on IG Metall. Ruhr University of Bochum, Office of cooperation RUB/IGM
- Herbert, A. Simon (1996). *The Science of the Artificial*. The MIT Press.
- Herbert, A. Simon. (1996). Understanding the Natural and the Artificial Worlds. En *The Science of the Artificial*. (Pp. 1-24).The MIT Press.
- Herbert, A. Simon. (1996). *The Science of Design: Creating the Artificial*. En *The Science of the Artificial*. (Pp.111-138).The MIT Press
- Herbert, A. Simon. (1996). Alternative Views of Complexity. En *The Science of the Artificial*. (Pp. 169-182).The MIT Press .
- Key, Alan, 1972, A Personal Computer for Children of All Ages. Xerox Palo Alto Research Center. Acceso: <https://mprove.de/visionreality/media/kay72.html>. 6/12/2019.
- Montgómery Latour, B., & Lépinay, V. (2008). *La economía, ciencia de los intereses apasionados*. París, Francia: Las Aguafiestas.
- Malinowski, B., Seligman, E. R., & Johnson, A. (1931). *Encyclopaedia of the*

- Social Sciences*. Bd. IV, New York, 621-646. Retomado de *Clásicos y Contemporáneos en Antropología*, CIESAS-UAM-UIA. https://www.ciesas.edu.mx/publicaciones/clasicos/00_CCA/Articulos_CCA/CCA_PDF/037_MALINOWSKI_Cultura_B.pdf. Acceso: 23/11/2019
- Malinowsky, 1931, *Encyclopedia of Social Science*. Repomado de *Clásicos y Contemporáneos en Antropología*, CIESAS-UAM-UIA. https://www.ciesas.edu.mx/publicaciones/clasicos/00_CCA/Articulos_CCA/CCA_PDF/037_MALINOWSKI_Cultura_B.pdf. Acceso: 23/11/2019
- Mead, M. (2002). *Cultura y compromiso*. Barcelona: Gedisa.
- Matus, Maximino; Colobrans, Jordi y Artur Serra (Coords.). (2018). *Cultura, diseño y tecnología: ensayos de tecnoantropología*. México, Colef.
- Matus, Maximino (repsonsable técnico), 2019, “Taller de ciencia abierta: El futuro del trabajo y la automatización de los empleos: desafíos y oportunidades para las poblaciones móviles con habilidades digitales diferenciadas en la frontera norte de México”. Programa de apoyo para actividades científicas, tecnológicas y d einnovación. CONACYT.
- Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., Gershenfeld, N., McEnnis, C., & Taylor, J. (2002). Fab Lab: an alternate model of ICT for development. In *2nd international conference on open collaborative design for sustainable innovation* (pp. 1-7).
- Mitchell, W. J. (1995). *City of bits. Space, Place, and the Infoban*. Cambridge. The MIT Press.
- Mitchell, W. J. (2003). *Me++ The cyborg self and the networked city*. Cambridge. The MIT Press.
- Jussi, P. (2014). *The Anthrobscene*. University of Minnesota Press.

Serra, Artur. (2010). Citilabs, ¿Què poden ser los laboratorios ciudadanos?.

Revista La Factoria. Barcelona.

<https://revistalafactoria.org/articulos/citilabs-laboratorios-ciudadanos>

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth.

In: The Quarterly Journal of Economics, Vol. 70, No. 1 (Feb., 1956),

pp. 65-94 Published by: The MIT Press Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1884513>

Trischler, H. (2017). El Antropoceno, ¿un concepto geológico o cultural, o ambos?. En: Desacatos 54 mayo-agosto 2017, pp. 40-57.

