

Las manos que piensan. Reflexiones en torno al pensar y hacer en conjunto

Danisa Peric¹

En el año 2017, en Suecia, abrió sus puertas el Museo del Fracaso. En sus pasillos se exhiben toda clase de ideas, despliegues técnicos y tecnológicos fallidos de la historia reciente, y que equívocamente han sido tildados como “innovaciones”. Se habla de “innovación” cuando una tecnología se transfiere a la sociedad de manera efectiva, es decir, cuando llega a manos de las personas cumpliendo su función. En cambio, estos productos no lograron salir de los laboratorios, talleres o estanterías, muchos de ellos fueron olvidados y algunos se convirtieron en anécdotas algo tragicómicas. No obstante, reunidos en este museo, sirven como lección, como herramientas de aprendizaje para la práctica de la innovación tecnológica. Uno de ellos es la Rejuvenique Electric Facial Mask, que debutó mundialmente en 1999. Desarrollada para mujeres norteamericanas mayores, es una máscara que reduce las arrugas aplicando impulsos eléctricos en 12 puntos del rostro. El problema es otro. Fue descrita inicialmente como “aterradora” por su parecido a la máscara que ocupara algún villano en una película del género. Imagínense la escena de una mujer mayor, utilizando el dispositivo en la privacidad de su casa en Ohio, viendo en el espejo al asesino de Viernes 13. No fue

¹ Diseñadora Industrial, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Magíster en Diseño, *Design Lab*, Universidad Adolfo Ibáñez. Directora del FabLab, Universidad de Chile. Correo-e: danisa@fablab.uchile.cl.

comprada. Increíblemente, la máscara aún se encuentra disponible en Amazon.com®, y toda clase de historias, algunas incluso que bordean lo sobrenatural, son compartidas por los pocos compradores que aún se animan a obtenerla, probablemente movidos más por morbo que por otra razón. Alrededor de 80 de estos casos se agolpan en el Museo del Fracaso.

En nuestra historia moderna se ha desarrollado un sin fin de nuevas tecnologías que no lograron integrarse a la sociedad de su tiempo. Pasa vertiginosamente hoy: la ciencia y la tecnología van más rápido. En el caso de los productos, sucede que la gran mayoría no tiene éxito. La literatura dice que alrededor del 90% de los nuevos productos y servicios fracasan dentro del primer año de su salida al mercado. Una de las razones es porque no lograron resolver necesidades, interpretar anhelos o materializar imaginarios del grupo humano o territorio para el cual se proyectaron. No se lograron concebir como un sistema que interactúa y se desenvuelve dentro de un contexto. Muchas veces puede ser que un producto técnicamente sea muy eficiente o que tecnológicamente sea una gran novedad, pero si no logra entreleer, adaptarse y responder a su receptor, sus probabilidades de fracasar son altas.

Pero también hay muchos casos de inspiración. Un ejemplo es el proyecto *Warka Water*², que consiste en una torre vertical que colecta alrededor de 100 litros diarios de agua potable a partir de la lluvia, la niebla y el rocío. El proyecto surge desde una problemática global: la escasez de agua. Hoy, casi dos millones de personas mueren al año por falta de agua potable y es probable que en 15 años la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente para todos. El equipo trabaja con un contexto particular crítico, una comunidad en Etiopía. El proceso creativo se da a través de una profunda observación del entorno natural y social, de tal manera que se mimetiza con él. El nombre “Warka” proviene de un árbol local, muy importante para el ecosistema de la zona y que está en peligro de desaparecer por las masivas deforestaciones en el país. En la cultura etíope, este árbol es como

² <http://www.warkawater.org/>.

una institución: bajo su follaje se realizan reuniones, se educa a los niños y se congrega toda clase de actividades públicas. Este árbol inspira la geometría de la torre, convirtiéndose en un hito dentro de la comunidad en la que se emplaza. Sus mecanismos y materiales son biomiméticos, observan y emulan esta naturaleza. Por ejemplo, se abstrae la manera en que el escarabajo de Namibia obtiene agua de la niebla, y el flujo de aire que se genera dentro de las colmenas de termitas gracias a su forma. El sistema es pasivo y su mantenimiento es mínimo. Es diseñado para ser montado y operado por los aldeanos, y su manufactura involucra materiales y técnicas tradicionales locales. Warka mutó al instalarse en otros países, como Haití, Togo y Camerún, y seguirá transformándose al distribuirse alrededor del mundo. Los resultados del sistema han variado para responder a las particularidades económicas, geográficas y sociales de cada zona, a pesar de que la problemática de la escasez de agua es común en todas.

De esta manera, es claro que el desarrollo tecnológico debe ir de la mano con una observación acuciosa del contexto en que se aplica, y el proceso creativo debe ser flexible para mutar y adaptarse cuantas veces sea necesario. Sabemos que son los ingenieros y científicos quienes desarrollan las tecnologías, pero ¿hasta qué punto son ellos quienes vislumbran sus aplicaciones?

Sin duda, se requiere ingenieros para desarrollar productos y sistemas, pero cuando el proyecto involucra a grupos humanos debe ser abordado de manera transdisciplinaria, y la dimensión ética debe aflorar en cada uno de los integrantes, independiente del rol que juegue cada uno, no con el afán de simpatizar con el contexto, sino para dotar al resultado de un estudio científico con la investidura de tecnología aplicada. Para hacerlo, se requieren ciertas habilidades, como pensamiento crítico y divergente, y herramientas y metodologías que permitan una innovación centrada en el ser humano. ¿Cuáles son las plataformas que estimulan la formación de estas habilidades y herramientas en los ingenieros de hoy?

Laboratorios de puertas abiertas

La Fab Foundation, el Centro de Bits y Átomos (CBA) del Massachusetts Institute of Technology (MIT), el Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña (IAAC) y la ciudad de Barcelona, a través del proyecto FabCity, proponen que al año 2054 cada ciudad produzca lo que consume. La FabCity es un nuevo modelo urbano que reimagina la ciudad, cambiando el “paradigma de la economía industrial actual donde la ciudad opera sobre un modelo lineal importando productos y produciendo residuos, a un ecosistema espiral de innovación en el que los materiales fluyen dentro de las ciudades y la información sobre cómo se hacen las cosas circula globalmente. La FabCity se trata de construir una nueva economía basada en datos distribuidos e infraestructura de fabricación”³. Treinta y cuatro ciudades se han suscrito al desafío a través de sus municipios, incluyendo Barcelona, Ámsterdam, Shanghái y Santiago de Chile.

Este proyecto, que busca un futuro sostenible, propone que cada nodo de fabricación sea un FabLab, y que estos nodos, trabajando en red, generen un ecosistema de producción e innovación distribuida —mediante manufactura avanzada, redes energéticas e infraestructura inteligente— y una educación basada en el “aprender haciendo”. A pesar de lo lejano que podría parecer este panorama para nuestra realidad, el mapa de FabLabs no pasa desapercibido. Recientemente, la Fab Foundation anunció más de 1.500 laboratorios repartidos en el mundo. Y, a pesar de que aún no se consolidan como una red hiperconectada y productiva, cientos de iniciativas abiertas y disponibles en internet van en esa línea, proponiendo nuevas maneras de consumir (prosumir) y de hacer (glocal).

Los FabLab son un modelo de laboratorio que provee libre acceso a conocimientos y herramientas para hacer (casi) cualquier cosa⁴. La

³ <https://fab.city/>.

⁴ Gershenfeld, N. (2007). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.

primera versión de FabLab fue impulsada por el Centro de Bits y Átomos del MIT. Inicialmente, tuvo como objetivo que los estudiantes utilizaran la tecnología como herramienta de expresión a través de cursos de prototipado rápido, prototipo electrónico y control numérico computarizado, entre otros. Luego, otros Fablab, como por ejemplo en la India rural, surgieron con el propósito de empoderar a comunidades en países en vías de desarrollo, generando soluciones a necesidades y nuevas oportunidades de trabajo. Hoy, dos de cada tres FabLabs se encuentran afiliados a colegios y universidades, y un gran número de ellos se ubican en escuelas de ingeniería. ¿Cuál es el valor de un laboratorio de esta naturaleza para la formación de ingenieros?

Hace casi cuatro años se inauguró el FabLab de la Universidad de Chile, ubicado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de esa casa de estudios. Es una plataforma abierta, en la que se reúnen diversas personas para la materialización de proyectos, productos y experiencias de base científica tecnológica, orientados a generar un impacto positivo social y ambiental. El FabLab tiene por objetivo ser una delgada piel que conecte a las personas y al conocimiento generado en la universidad con el medio: profesionales, comunidades, organizaciones, empresas y ciudadanos. El laboratorio toma como punto de partida este capital humano y conocimiento, y apoya su transferencia a la sociedad en la forma de proyectos y productos que tienen una dimensión material. Dentro de este desafiante rol, la formación para la innovación cobra mucha importancia, al igual que la generación de canales habilitantes que fomenten la transdisciplina y la vinculación con el medio. El conocimiento es compartido en un ambiente de experimentación colectiva. Hoy, FabLab U. de Chile es una comunidad creativa, colaborativa y transdisciplinaria, que observa su contexto, transforma su realidad y proyecta futuro. Cada proyecto desarrollado involucra muchas manos, lo que genera que, incluso, muchas veces se diluya la discusión por la autoría. Año a año se suman más personas a este proyecto sociotecnológico, motivadas por un objetivo hoy colectivo.

Dentro de la Facultad, el FabLab U. de Chile es una plataforma de formación de ingenieros. Más de 700 estudiantes circulan al año por

el FabLab. Diferentes instancias de participación curriculares y cocurriculares les son ofrecidas para cubrir sus motivaciones e intereses. La gran mayoría de ellos viene por interés propio. ¿Qué encuentran en el FabLab que se sienten atraídos? Creemos que los ingenieros van al encuentro de nuevas dimensiones en su quehacer, las cuales afloran en el proceso creativo colectivo.

Las manos que piensan⁵

En 2016, a menos de un año de su inauguración, el equipo Fablab era muy pequeño. En ese momento, el financiamiento permitía tener sólo a dos personas en el staff de manera permanente, además del Consejo Académico⁶. Debimos diseñar programas que nos ayudaran a impulsar el laboratorio como lo teníamos planificado. Lo primero fue lanzar el programa Hardware Startups, como un apoyo a emprendimientos de base científica tecnológica con impacto social o ambiental, para pasar de un prototipo a un producto a lo largo de un año y medio. Es gratuito y funciona gracias a un sistema de beneficios y retribuciones. Se realizan jornadas de trabajo y workshops de diversas temáticas. Una de las actividades claves es el Fab Meeting, en el que los emprendedores dan cuenta del estado de avance de sus proyectos y colaboran unos con otros, realizando recomendaciones en relación con desarrollo del producto y el análisis de su contexto. Ya que los equipos son transdisciplinarios, los proyectos se abordan desde distintas miradas, pero compartiendo metodologías. Los profesionales retribuyen al laboratorio ofreciendo cuatro horas de trabajo profesional a la semana, en alguna tarea o actividad que ellos mismos proponen, vinculada con sus propias disciplinas, habilidades o intereses.

La creación de este programa fue un hito para que se comenzara a gestar una comunidad dentro y en los bordes del laboratorio. Des-

⁵ Inspirado en el libro de Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Editorial Gustavo Gili.

⁶ Liderado por Juan Cristóbal Zagal, director académico del FabLab y académico de Ingeniería Mecánica. En los años siguientes, el FabLab comenzó a ser apoyado por Open Beauchef, a través de Ingeniería 2030.

pués de un tiempo, los emprendedores comenzaron a sentirse “dueños de casa”, pasando a ser de alguna manera parte del equipo. Que el programa fuera gratuito a cambio de horas profesionales, hizo que entre el laboratorio y los emprendedores no se generara una relación transaccional, sino más bien una relación activa de colaboración. De esta manera, los profesionales y sus proyectos se convierten en un modelo para los estudiantes sobre los alcances de la tecnología y de sus profesiones. Los usuarios comienzan a interactuar entre ellos. Estudiantes de la Universidad de Chile (principalmente de la FCFM y de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo) comienzan a incorporarse a los equipos a través de prácticas profesionales, y algunos de los emprendimientos comienzan a intercambiar profesionales en las diferentes fases de desarrollo. Este sistema dinámico tuvo éxito en fraguar los cimientos de una comunidad creativa y colaborativa con personas de todas disciplinas, edades e intereses. El personal del FabLab tuvo el rol de facilitar dichas interacciones.

Un año después lanzamos nuestra página web. Es un repositorio de proyectos Open Hardware en el que los usuarios documentan y ponen a disposición los procesos, prototipos o productos que desarrollan dentro del laboratorio. A casi dos años de su lanzamiento, se encuentran más de 180 proyectos documentados, puestos a disposición para que otras personas de la comunidad puedan aprender, aportar, descargar, modificar, actualizar o adaptar a sus propias necesidades. De esta manera, la plataforma web funciona como un contenedor de información colectiva, pasando a ser un patrimonio de la comunidad y un aporte para el desarrollo y aplicación de la fabricación digital en Chile y el mundo.

La plataforma física, sumada a la virtual, se constituyen como una red de apoyo para el desarrollo de proyectos de innovación basados en tecnologías de la cuarta revolución industrial, pero también como un canal vinculante, para generar equipos multidisciplinarios que aborden desafíos de manera transdisciplinaria. Esto quiere decir que, a pesar de que cada uno tiene un rol y su pericia, se comparten objetivos, procesos y métodos en un entorno de respeto y de aprendizaje entre pares. En el

FabLab dichas intersecciones se dan dentro del proceso creativo, el cual es facilitado por la fabricación digital.

La máquina creativa

Las herramientas de fabricación digital son máquinas que permiten hacer (casi) cualquier cosa (Gershenfeld, 2007). A diferencia de la Segunda Revolución Industrial, en la que los medios de fabricación eran exclusivos y se encontraban en grandes fábricas, hoy están en manos de las personas y sobre los escritorios, habitando espacios de creación abiertos a la comunidad local y en todas partes del mundo. Esto podría recordarnos a una época preindustrial, en la que, a través de técnicas locales y oficios tradicionales, se materializaban los objetos que la misma comunidad consumía. Pero, a diferencia de los antiguos artesanos, la información sobre bienes materiales y el *know how* sobre cómo producirlos queda contenido en un hábitat digital, y no sólo en el conocimiento tácito de la mano de un artesano experimentado. A su vez, ya que el proceso se inicia con un archivo digital, luego materializado por máquinas herramientas conectadas a un computador, los bienes materiales navegan entre bits y átomos —entre el entorno digital y el material—, gestados por una red de productores locales conectados globalmente y que desarrollan y utilizan alta tecnología.

Su bajo costo, pequeño tamaño y sus sencillas interfaces, han permitido que personas de todas disciplinas puedan abordar procesos creativos para innovar. La posibilidad de diseñar y fabricar “en casa” trae a las personas una capacidad de exploración sin límites. Cualquier persona o equipo con un pequeño presupuesto, podría adquirir una impresora 3D, o ir a un FabLab o *Makerspace* y materializar una idea: diseñar, iterar y validar. A diferencia de la fabricación tradicional, las formas complejas y la personalización de objetos se pueden lograr rápidamente y a bajo costo. Este proceso se conoce como “prototipado rápido”.

El prototipado rápido puede apoyar el desarrollo de la creatividad en los ingenieros, pudiendo incidir en la manera en que se enfrentan

a un proyecto. La posibilidad de pensar y materializar de manera fluida, mediante la prueba y error, entregan al proceso un ritmo favorable para la creación. El proceso es iterativo: de la idea al dibujo análogo, al modelo digital y luego a la máquina, poner a prueba y vuelta nuevamente a la idea cuantas veces sea necesario. La diversidad de disciplinas, técnicas y tecnologías dentro del FabLab entrega la posibilidad a los ingenieros de entregar más de una solución a un desafío. A diferencia del proceso creativo individual, crear en conjunto exige tener una mirada, tomar decisiones y comunicar correctamente en pro del proyecto colectivo, generándose una retroalimentación constante. Crear en conjunto acelera el proceso creativo.

La creatividad no es una habilidad exclusiva del área artística, no es un talento, tampoco es un estado momentáneo. La creatividad se cultiva y es necesario nutrirla constantemente mediante experiencias. Al crear se debe ser riguroso, constante y curioso para tener una perspectiva más amplia que permita vislumbrar opciones inéditas. Para crear es preciso arrojarse y atreverse, arriesgarse a errar y saber manejar la incertidumbre. El proceso creativo no es lineal, todo lo contrario: se trata de estar atento y navegar por múltiples opciones. La creatividad nace de la observación, del acto de encontrarse y almacenar esa experiencia como un tesoro. El prototipo rápido con herramientas de fabricación digital entrega la posibilidad de materializar intuitivamente esos tesoros y ponerlos al servicio de un objetivo común.

El algoritmo ético

En 2018 pasamos de ofrecer una formación basada exclusivamente en la adquisición de conocimientos técnicos para dominar herramientas y metodologías, a una formación basada en desafíos, utilizando esas herramientas y metodologías. A modo de ilustración, los talleres de Impresión 3D y Router CNC son complementados con talleres aplicados de Biomateriales, Internet de las Cosas o Biomimética. En el caso del apoyo que provee el FabLab a cursos de la Universidad sucede algo similar: pasamos de apoyar con talleres de fabricación digital a mentorías en

Diseño y Desarrollo de Proyectos, en los que se hace un acompañamiento a los estudiantes en las diferentes etapas del proyecto. Un ejemplo es el programa iGea⁷ Diseño, un curso para estudiantes de primeros años compuesto por jornadas de observación para levantar problemáticas, investigación cuantitativa y cualitativa, workshops de tecnologías y prototipo rápido, testeos y validaciones, y presentaciones públicas. La mitad del curso está compuesto por una fase de observación y la otra mitad por materialización e iteración.

Luego de un tiempo generando masa crítica, con el objetivo de generar una cultura del hacer, nos volcamos a ofrecer experiencias en las que los ingenieros pudiesen proponer aplicaciones a las tecnologías disponibles, o que ellos mismos desarrollan gracias a una formación de excelencia en ciencias básicas. Entonces, aparece la figura de un otro —crear para un otro—, y se trata de poner el dominio técnico y tecnológico al servicio de la sociedad. Los proyectos dejan de verse como ejercicios técnicos aislados y pasan a ser sistemas complejos de interacciones humanas. A través de estas experiencias, como lo son los Talleres Avanzados o las Prácticas Multidisciplinarias, es que algunos ingenieros llegan a tener una visión de la ingeniería como catalizadora de grandes cambios, no como un “oficio que está tras bambalinas, sino como uno que vincula la tecnología con su beneficiario”⁸.

El FabLab es una plataforma que estimula el debate y el pensamiento crítico. Juntos salimos a terreno, nos vinculamos con el medio, reflexionamos. La capacidad de observar y empatizar genera una sensibilidad particular que incita una discusión profunda acerca de los desafíos que logramos identificar. De esta manera, se hace posible entreleer el entorno, sus contextos y las personas. No sólo escuchar, empatizar y reconocer problemáticas, sino distinguir belleza en los actos y hábitos humanos para que, desde ahí, puedan nacer los objetos que diseñamos.

⁷ Curso liderado por Luisa Pinto, directora de Escuela de Ingeniería y Ciencias, junto con un equipo multidisciplinario de académicos y profesionales vinculados con la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

⁸ Marcelo, Departamento de Ciencias de la Computación. Participó en el FabLab a través del Programa Prácticas Multidisciplinarias, junto con ingenieros eléctricos y diseñadores industriales.

Se trata de estar conectados con las necesidades, los anhelos y los imaginarios de nuestra sociedad, y materializarlos.

Experiencias creativas y colectivas como éstas hacen que los alumnos exploren su propia vocación y que, ellos mismos y ante un otro, diluyan los límites de sus propias disciplinas.

Conclusiones

Luego de estos últimos años en el FabLab U. de Chile, habiendo interactuado con muchos ingenieros y futuros ingenieros, pienso que su quehacer esplende cuando el ingeniero trabaja con otros. Cuando éste se desenvuelve dentro de un equipo, es posible que se abran espacios para explorar su vocación y, en la práctica, diluir los límites de su propia disciplina. Un ingeniero que observa, experimenta y se relaciona, es un ingeniero que está en sintonía con su quehacer y le otorga un sentido que sobrevuela generoso los conocimientos que le fueron transferidos durante su carrera. Eso también se plasma en los objetos que proyecta en equipo, es capaz de abordarlos no como un proyecto aislado, sino como un sistema complejo de relaciones e interacciones sociales y culturales, nutrido desde diversas miradas.

Los desafíos venideros requieren ingenieros creativos, éticos y colaborativos, que puedan aportar a equipos multidisciplinarios, dominando lenguajes en común y creando otros nuevos. El prototipado rápido puede ser uno de ellos, en el que es posible abordar colectivamente un campo creativo, generando conexiones y puntos de encuentro, en un proceso de sensibilidad e inteligencia colectiva.

Todas estas cualidades parecen desarrollarse de mejor manera en conjunto y son más factibles de adoptar en entornos flexibles, experimentales y vinculantes. Necesitamos ingenieros que vivan, salgan y sientan, que puedan diseñar sistemas para la complejidad y diversidad del ser humano.

La formación de excelencia en ciencias básicas que ofrece esta Facultad puede verse complementada por este tipo de plataformas, en las que las tecnologías, desde su origen, se proyectan en contextos específicos. Esto incide en un desarrollo tecnológico más encauzado y, en términos formativos, abre a los estudiantes un camino que da sentido a su dominio técnico. Los FabLabs son comunidades de colaboración que acunan a una generación de ingenieros ávidos, irrevocables en su afán y atentos al cambio que recogen a diario, y que transforman en el detonador de esta innovación tecnológica más centrada en las personas.

Bibliografía

Gershenfeld, N. (2007). *Fab: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*. Basic Books.

Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa. Sabiduría existencial y corporal en la arquitectura*. Editorial Gustavo Gili.