

Investigación A TRAVÉS DEL DISEÑO EN PROYECTOS DE INNOVACIÓN MÉDICA

Research through design in medical innovation projects

VANESSA SATTELE-GUNTHER* CRESCENCIO GARCÍA-SEGUNDO**

Fecha de recibido:
26 Marzo 2020
Fecha de aceptado:
2 Junio 2020

*Universidad Nacional Autónoma de México,
México.
vanessa.sattelle@cidi.unam.mx

*Universidad Nacional Autónoma de México,
México.
crescencio.garcia@icat.unam.mx

RESUMEN. Nuevos desarrollos científicos y tecnológicos permiten generar soluciones de tratamiento y diagnóstico de bajo costo y no invasivos; para que estas soluciones puedan ser implementadas de forma exitosa es necesario que consideren el contexto de uso y los factores humanos. En este sentido, en los últimos años se ha dado más importancia al valor del diseño como agente de innovación, involucrando a esta disciplina desde la fase de investigación y desarrollo en nuevos esquemas de colaboración abierta entre universidades, empresas, centros de investigación y hospitales. En esta nueva constelación, el diseñador debe comprender los requerimientos de todos los actores involucrados: científicos, médicos, ingenieros, personal de salud, pacientes y familiares. Para que el diseñador pueda definir los requerimientos de diseño en este tipo de proyectos, se propone un enfoque a partir de la investigación a través del diseño (*research through design*). Este artículo presenta como caso de estudio el proyecto “Utilidad diagnóstica de termografía para pie diabético con enfermedad micro o macrovascular”, una colaboración multidisciplinaria entre el Hospital General de México, el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología y el Centro de Investigaciones de Diseño Industrial de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). A través del caso de estudio se expone la importancia de la investigación por medio del diseño dentro de proyectos en el área médica, así como sus principales diferencias con otros métodos de investigación y el cambio de enfoque que requiere por parte del diseñador.

Palabras clave: diseño médico, investigación a través del diseño, investigación y desarrollo, método de investigación, multidisciplinaria.

ABSTRACT. New scientific and technological developments make it possible to generate low-cost and non-invasive treatment and diagnostic solutions; but in order for these to be implemented successfully it is necessary to consider context of use and human factors. In recent years more importance has been given to the value of design as an innovation agent, involving the discipline from the research and development phase onwards in new open collaboration schemes between universities, companies, research centers and hospitals. In this new constellation, the designer must understand the requirements of all actors involved: scientists, doctors, engineers, health personnel, patients and families. In order for the designer to be able to define the design requirements in this kind of projects, an approach based on research through design is proposed. This article presents as a case study the project “Diagnostic use of thermography for the diabetic foot with micro or macrovascular disease”, a multidisciplinary collaboration between the General Hospital of Mexico, the Institute of Applied Sciences and Technology and the Industrial Design research center of the National Autonomous University of Mexico (UNAM). Through the case study, the relevance of research through design within projects in the medical area is highlighted, as well as its main differences with other research methods and the change in focus it requires from the designer.

Key words: medical design, research through design, research and development, research method, multidiscipline.

*Dentro de los esquemas
de innovación tecnológica
en el área médica,*

EL DISEÑO HA CAMBIADO SU ROL

**Y SE HA MOVIDO A LAS ETAPAS
INICIALES DE INVESTIGACIÓN
COMO UN AGENTE CLAVE.**

El diseño es una disciplina que abarca diferentes campos de acción, como puede ser el diseño gráfico, industrial, de interacción o de servicios. Dentro de estas distintas categorías existen áreas de especialización que dependen de la problemática o necesidad a estudiar y resolver. En el caso de diseño de equipo médico y servicios hay distintos segmentos que tienen que ver con el mercado al que van dirigidos y la estructura de los servicios de salud; así encontramos áreas como imagenología, anestesia, monitoreo, sensores y ventilación, entre otras, cada una con características y retos particulares.

Dentro de los esquemas de innovación tecnológica en el área médica, el diseño ha cambiado su rol y se ha movido a las etapas iniciales de investigación como un agente clave. Este cambio implica que el diseñador se tenga que familiarizar con los procesos de investigación y desarrollo (I+D), en donde interactúa con científicos, ingenieros y especialistas médicos; y, por otro lado, con pacientes y personal de la salud para validar las propuestas de diseño.

Así, el diseñador que se quiere dedicar al área médica debe adquirir experiencia en temas específicos sobre ciencia, medicina, normas y procesos legales. En cuanto a medicina, el diseñador debe entender cómo piensa y actúa un doctor, estudiar a detalle las características y comportamientos fisiológicos de la enfermedad o padecimiento; el equipo existente para diagnóstico y tratamiento, así como los protocolos clínicos que se siguen. Lo mismo sucede con una nueva tecnología y sus principios físicos, químicos o biológicos, en donde el diseñador debe adentrarse en el mundo de la ciencia. Si

no existe una comprensión de estos principios básicos, no es posible diseñar una solución adecuada. Este aspecto presenta un gran reto, ya que en ciertas áreas de especialidad es imposible que el proceso de comprensión se dé rápidamente como lo requiere el desarrollo de diseño.

Este artículo tiene como objetivo presentar un enfoque para abordar esta problemática detectada, por medio del análisis de un caso de estudio, en particular el diagnóstico de la enfermedad del pie diabético a través de la tecnología de toma de imágenes con termografía. Se propone usar la técnica de investigación por medio del diseño (*research through design*) como una herramienta en proyectos de I+D para definir los requerimientos de todos los actores involucrados. Se exponen las diferencias entre este enfoque y los procesos tradicionales de diseño, así como sus ventajas.

CAMBIO DE ROL DEL DISEÑO EN LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Cuando hablamos de desarrollo de equipo médico es necesario mencionar las distintas etapas que están involucradas en el mismo: investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico, transferencia de tecnología y finalmente difusión tecnológica (Conacyt, 2019).

El Manual de Frascati de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos define la Investigación y el Desarrollo Experimental (I+D) o *Research and Experimental Development* (R&D) como "... el trabajo creativo y sistemático

realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento... y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible” (OECD, 2018: 44). Menciona que la I+D debe satisfacer cinco criterios clave, en donde la actividad tiene que ser novedosa, creativa, incierta, sistemática, transferible y/o reproducible (OECD, 2018: 45).

La I+D se puede dividir en investigación básica, aplicada y desarrollo experimental. La investigación básica se enfoca principalmente en adquirir nuevo conocimiento, sin una aplicación particular. La investigación aplicada se lleva a cabo para adquirir nuevo conocimiento, sin embargo, está mayormente dirigida a una aplicación práctica específica. Y el desarrollo experimental “...consiste en trabajos sistemáticos fundamentados en los conocimientos existentes obtenidos a partir de la investigación o la experiencia práctica, que se dirigen a producir nuevos productos o procesos, o a mejorar los productos o procesos que ya existen” (OECD, 2018: 47).

Las empresas que desarrollan equipo médico generalmente están estructuradas en distintos áreas, departamentos o etapas como I+D, transferencia de tecnología, ingeniería y mercadotecnia. El área de diseño tradicionalmente se ha situado hacia el final del proceso, después de la transferencia de tecnología y trabajando de cerca con el departamento de mercadotecnia, ya sea como consultoría externa, como *in-house* (departamento de diseño dentro de la empresa), o una combinación de ambas (Williams, 1996). En esta posición, el diseñador tiene poca libertad para cuestionar la solución, ya que su labor se concentra en la fase de implementación en el mercado, en donde muchas veces lo único que puede mejorar es la apariencia externa del producto y algunos aspectos de usabilidad (Gardien y Hilsing, 2013).

Sin embargo, el diseño es cada vez más valorado como un agente clave por su capacidad para generar innovación. Mientras la innovación puede darse a través de la tecnología, el diseñador es quien puede darle un significado al uso de la misma, lo cual se puede llamar innovación guiada por el diseño o *design driven innovation* (Verganti, 2013).

Ello ha llevado incluso a que dentro de las empresas se reestructure el área de diseño con la finalidad de posicionarse estratégicamente dentro de la misma, a la par de otros departamentos como mercadotecnia (Gardien y Hilsing, 2013). Dentro de estos cambios, el departamento de diseño se ha movido también a la fase inicial de un proyecto en donde se puede convertir en un agente clave dentro del proceso de Investigación

y el Desarrollo Experimental. En la figura 1 se representa el proceso descrito, con los distintos departamentos involucrados como Investigación y Desarrollo (I+D), Transferencia de Tecnología (TT), Ingeniería (I), Mercadotecnia (M) y Diseño (D). La flecha hacia atrás muestra cómo el diseño se ha movido a la fase inicial del proyecto, cambiando su enfoque a investigación (ID), el cual se profundizará más adelante.

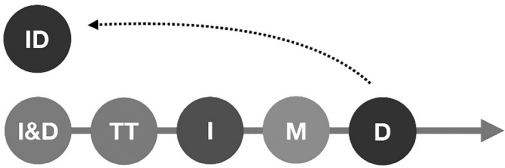


FIGURA 1. EL DISEÑO COMO ACTOR CLAVE DENTRO DE LA I+D.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Cuando hablamos de Innovación y Desarrollo es importante mencionar el rol de la Universidad, que se ha convertido en elemento estratégico. Existe una tendencia hacia la “tercera misión” de la Universidad, el involucramiento en el desarrollo socioeconómico, además de las labores académicas de enseñanza e investigación (Etzkowitz, 2003). La capacidad de las Universidades para generar tecnología ha cambiado su posición de una fuente tradicional de recursos humanos a una fuente de generación y transferencia de tecnología. En este artículo se presenta un caso de estudio dentro del área de desarrollo de innovación tecnológica médica en donde la Universidad juega un papel importante, en este caso la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La “transferencia de tecnología” se refiere a un proceso donde se transfiere la misma entre gobiernos, universidades y empresas privadas para hacerlas accesibles a un mayor número de usuarios (Grosse, 1996). Hoy en día, los nuevos desarrollos tecnológicos se están dando cada vez más dentro de esquemas de colaboración no tradicionales, en donde ya no son únicamente las grandes industrias que realizan el desarrollo, sino empresas que trabajan en colaboración con centros de investigación, universidades y hospitales que también llevan a cabo investigación en esquemas de innovación abierta (*open innovation*) (Chesbrough, 2003). Muchas veces estos esquemas son más redituables para las empresas, pues se disminuyen los costos operativos del departamento interno de I+D y se maximizan los resultados (Melese et al., 2009). En la figura 2 se muestra esta nueva forma de colaboración, en donde el centro representa la innovación que se puede lograr a través de estos nuevos esquemas.



FIGURA 2. NUEVOS ESQUEMAS DE COLABORACIÓN.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El diseñador colabora con expertos de entidades del sector privado, público y académico, y de disciplinas de las ciencias como física, química y medicina, que tienen metodologías de investigación distintas a las que el diseño, tradicionalmente está habituado. Estos cambios implican una oportunidad para el diseño, pero existen retos importantes: uno de ellos es la diferencia en cuanto al enfoque de investigación del diseño, pues mientras éste se basa en gran parte en investigación cualitativa, contextual y con pocos usuarios, la investigación científica se concentra en llevar a cabo pruebas con protocolos clínicos de carácter cuantitativo y con una muestra numerosa de pacientes (Groeneveld *et al.*, 2018). Pieter Stappers menciona que mientras la investigación científica usa métodos y canales de publicación, que ponen gran énfasis en validar y comprobar a través del razonamiento lógico y la medición empírica, la disciplina del diseño usa métodos que inspiren y sean útiles, así como la comprobación a través de la demostración (Stappers, 2007). Esto puede generar conflictos o problemáticas de comunicación cuando el diseñador colabora con distintas disciplinas en un mismo proyecto de investigación. A continuación, se analizará la relación entre investigación y diseño médico a través de un caso de estudio específico.

INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO

Antes de hablar sobre investigación y diseño médico, es importante mencionar algunas diferencias entre tipos de investigación y diseño. Richard Buchanan (2001) menciona de tres tipos de investigación usados comúnmente en las universidades y las conecta a la disciplina del diseño, dividiéndolas en investigación clínica, aplicada y básica. Como investigación clínica en el campo de la medicina, generalmente se entiende la investigación del efecto y consecuencias de un tratamiento; en el caso del diseño menciona

que este tipo de investigación podría verse como aquella dirigida a obtener información para desarrollar un proyecto o resolver un problema. En cambio, la investigación aplicada en el diseño es aquella a través de la cual se obtienen ciertos principios que se pueden aplicar a una clase de productos o actividades. La investigación básica, que generalmente se realiza en las ciencias y que se refiere a entender los principios que gobiernan y explican fenómenos, en diseño está asociada a la teoría del diseño.

Según Nigel Cross (1999), la ciencia usa experimentos y análisis para descubrir, mientras que las herramientas del diseño son la modelación y la síntesis. Hace énfasis también en la diferencia entre proyectos prácticos y de investigación, menciona que la práctica del diseño no necesariamente debe ser excluida de la investigación, para calificar como investigación debe existir una reflexión por parte del diseñador y comunicación de resultados re-usables a partir de la misma.

Basándose en los autores Christopher Frayling (1993), Zimmermann y Forlizzi (2014) hablan de distintos tipos de investigación dentro de la disciplina del diseño: la investigación sobre o en diseño (*research into design*), la investigación para el diseño (*research for design*) y la investigación a través del diseño (*research through design*). La investigación en o sobre diseño se ocupa de estudiar la actividad humana del diseñar, mientras que la investigación para el diseño se enfoca en avances en la práctica del diseño, como pueden ser metodologías, herramientas o enfoques. La investigación a través del diseño realiza intervenciones para especular sobre cómo se podría ver el futuro, basándose en un entendimiento empático de los actores involucrados y la aplicación de tecnología actual o cercana (Zimmermann y Forlizzi, 2014).

La investigación en diseño y para diseño se refiere a los resultados obtenidos, es decir, al tipo de conocimiento producido, mientras que la investigación a través del diseño es un enfoque particular para hacer investigación que puede resultar en conocimiento para la investigación en y para el diseño. La investigación a través del diseño se diferencia de la científica o la de ingeniería, ya que se basa en las fortalezas del diseño como una “práctica reflexiva”, reinterpretando y reencuadrando la problemática a través de la construcción de artefactos que funcionan como soluciones propuestas (Zimmermann y Forlizzi, 2014; Schön, 1983). Aquí es importante aclarar el término “práctica reflexiva”, que puede entenderse como la práctica en la cual el profesional se da cuenta de su conocimiento y puede aprender de su experiencia, es decir, “saber-en-acción” (*knowing in action*),

La termografía

ES UNA TÉCNICA CON LA CUAL SE PUEDE DETERMINAR LA TEMPERATURA DE UN OBJETO O SER VIVO A DISTANCIA

**A TRAVÉS DE CÁMARAS
TÉRMICAS ESPECIALIZADAS.**

“reflexionar-en-acción” y “reflexionar-sobre-la acción” (*reflection-in-action*, *reflection-on-action*) (Schön, 1983).

Pieter Stappers habla de la importancia de construir artefactos o prototipos como “instrumentos de investigación para explorar nuevas direcciones y validar expectativas” (Stappers, 2013). A continuación, se presenta un caso de estudio en donde estos instrumentos de investigación son un punto clave dentro del proceso de diseño.

CASO DE ESTUDIO: UN EJEMPLO DE INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO

Actualmente, el panorama de la atención de la salud en México presenta importantes retos debido al aumento de la expectativa de vida y enfermedades crónicas degenerativas como la diabetes. La falta de prevención y educación sobre esta enfermedad ocasiona que muchos de los pacientes sean diagnosticados en etapas avanzadas; por otro lado, la falta de personal médico en las instituciones y una atención o seguimiento inadecuados exacerbaban las posibles complicaciones como problemas de la visión, cardiovasculares, insuficiencia renal, daños en el sistema nervioso, así como úlceras y amputaciones en extremidades inferiores.¹

Como consecuencia se generan altos costos para el sistema de salud y un detrimento de la calidad de vida para el paciente y su familia, así como mayor carga de trabajo para el personal médico. En nuestro país, la diabetes

mellitus es la segunda causa de mortalidad (INEGI, 2017), la primera causa de demanda de atención médica y la enfermedad que consume el mayor porcentaje de gastos en las instituciones públicas (UNICEF México, 2017).

En 2015, el costo de la diabetes para el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) fue de 42 mil 776 millones y 8 mil 100 millones en tratamientos de insuficiencia renal. Para el 2050 se prevé que el gasto aumente a 350 mil millones de pesos, un presupuesto con el que no se cuenta. A pesar de las campañas de prevención, no se ha logrado obtener una detección a tiempo y se calcula que 5 millones de derechohabientes no han sido diagnosticados (Miranda y Rivera, 2016).

En este contexto, desde el 2013, el Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM colabora con el Hospital General de México (HGM) a través de la Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico (UIDT). La UIDT tiene como objetivo “desarrollar investigación y tecnologías alrededor de nuevos materiales, dispositivos, equipos, software, procedimientos de diagnóstico, procedimientos terapéuticos, así como de apoyo a la práctica profesional y la enseñanza clínica relacionados con enfermedades que afecten a la salud de la población en general. Su equipo multidisciplinario trabaja en diversos proyectos y en propuestas que están siendo estudiadas para su realización” (ICAT, 2019).

Uno de estos proyectos es el de “Utilidad diagnóstica de termografía para pie diabético con enfermedad micro o macrovascular”, en donde se estudia la identificación de patrones termográficos en angiopatía, neuropatía y patrón mixto de pacientes diabéticos. La termografía es una técnica con la cual se puede determinar la temperatura de un objeto o ser vivo a distancia a través de cámaras térmicas especializadas. Esta tecnología ha avanzado en el campo de la medicina como herramienta de diagnóstico, por ejemplo, en aplicaciones de mamografía o medición de temperatura de forma remota (Lahiri *et al.*, 2012). Con esta técnica también se puede analizar la irrigación sanguínea en extremidades inferiores de pacientes diabéticos, lo cual es un diagnóstico clínico valioso. Sus ventajas son que no es invasiva y es de bajo costo, característica clave en el contexto económico de nuestro país.

El Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) de la UNAM colabora en este proyecto aportando conocimiento desde la disciplina del diseño. El proyecto se caracteriza por ser un esquema de colaboración interinstitucional y

¹ Para más información sobre diabetes consultar: International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*, 8th edition. (2017), disponible en <http://www.diabetesatlas.org>. Para información específica sobre pie diabético consultar: Julia Viadé y Josep Royo. *Pie Diabético. Guía Práctica para la Prevención, Evaluación y Tratamiento*. (Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana, 2006).

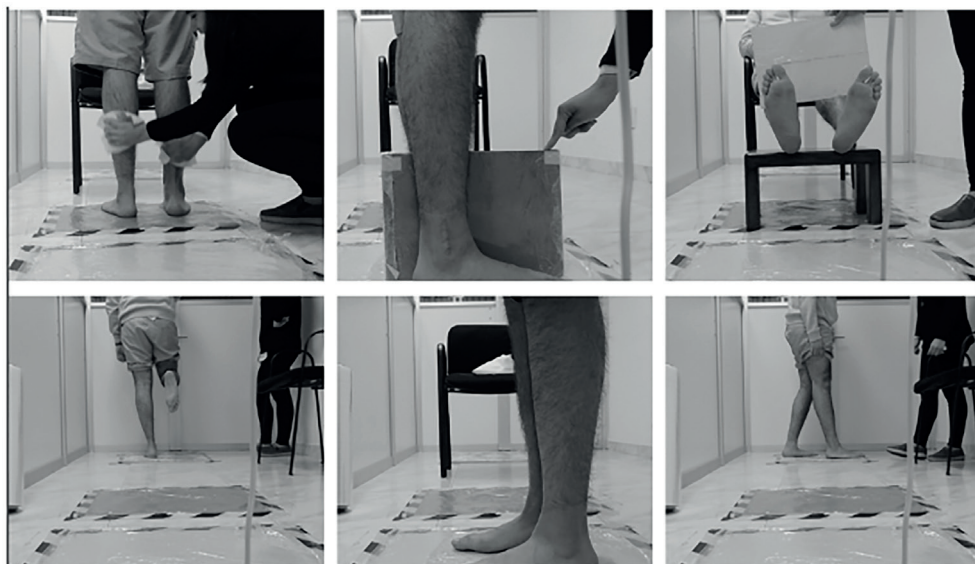


FIGURA 3. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE IMÁGENES CON INTEGRANTES DEL EQUIPO DE DISEÑO ACTUANDO LA EXPERIENCIA DEL PACIENTE.

FUENTE: M. F. VERGARA, O. ACOSTA, A. DE LA SERNA (2018), REPORTE DE SERVICIO SOCIAL, CIDI UNAM.

multidisciplinaria, en donde participa personal de salud, científicos y alumnos de maestría y licenciatura de diversas carreras como medicina, ingeniería, física y diseño industrial, entre otros. En específico el equipo de diseño analiza cómo mejorar la experiencia del paciente durante la toma de imágenes, así como eficientar el trabajo del personal médico y el tiempo requerido por toma. Este es un ejemplo de proyecto en donde la Universidad se involucra en el desarrollo de tecnología a través del esquema de colaboración abierta que se mencionó.

A continuación, se mencionan las fases de investigación, las problemáticas detectadas y las herramientas utilizadas en este caso de estudio, así como la importancia de la generación de propuestas de diseño como herramienta de investigación.

1. INMERSIÓN Y ENTENDIMIENTO DEL PROBLEMA

En esta primera fase, el diseñador debe comprender el problema a resolver desde diversas perspectivas. Para ello se busca información cualitativa que permita generar una lista de requerimientos. Es importante comprender las necesidades de todos los actores involucrados, que pueden ser pacientes, enfermeras, doctores, personal administrativo y de limpieza, por lo cual es indispensable realizar entrevistas o actividades de observación. Otra técnica es que el diseñador actúe o realice la experiencia o procedimiento médico, ya que ello genera un mejor entendimiento de la problemática a través de la empatía. Este tipo de diseño se ha llamado “Investigación de diseño empática” o

Empathic Design Research (Jones, 2013), ya que usa metodologías para que el diseñador se ponga en los zapatos del usuario, donde uno de los puntos clave es la inmersión.

Para el caso de estudio se comenzó por una observación detallada de la toma de imágenes con pacientes, con video, fotografías y notas escritas de la secuencia de uso. Se midieron número de pasos e interacciones entre los tres actores principales: paciente, enfermera y técnico que toma las imágenes, tiempo transcurrido y problemáticas o necesidades detectadas. Posteriormente se realizó el mismo procedimiento con los integrantes del equipo de diseño actuando como pacientes, con lo cual se logró una mejor comprensión de la experiencia de los mismos durante la toma de imágenes.

En paralelo, científicos del ICAT y personal médico del HGM explicaron al equipo de diseño principios básicos tecnológicos y médicos sobre la termografía. En este aspecto fue clave entender los requerimientos técnicos, por ejemplo, el factor de ruido que produce el entorno en la calidad de la imagen. Cabe mencionar que estos requerimientos no se comprendieron en su totalidad desde el inicio, sino que se fueron generando a partir de la evaluación multidisciplinaria de los conceptos de diseño de los cuales se habla más en el apartado 3 de esta sección.

2. ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE NECESIDADES A RESOLVER

En esta segunda etapa, la información recopilada se analiza y se definen las necesidades o problemáticas a resolver. Para

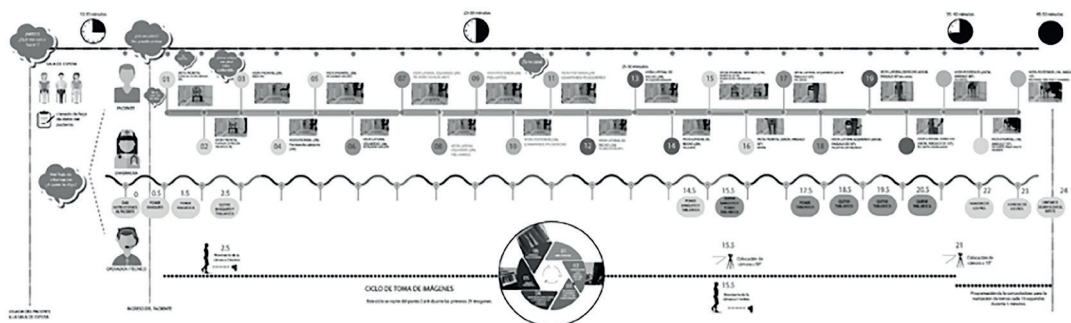


FIGURA 4. MAPA DE EXPERIENCIA DE LOS TRES ACTORES INVOLUCRADOS: PACIENTE, ENFERMERA Y TÉCNICO.
FUENTE: M. F. VERGARA, O. ACOSTA, A. DE LA SERNA (2018). REPORTE DE SERVICIO SOCIAL, CIDI UNAM.

el caso de estudio se plasmó el procedimiento de toma de imágenes de forma visual en un mapa gráfico, donde se pueden observar los pasos, tiempos e interacciones de los tres actores principales: paciente, enfermera y personal que toma la imagen de termografía. A este tipo de visualizaciones en diseño se le ha llamado *experience flow* o en diseño de servicios *customer journey map*.² La finalidad de este tipo de mapas es que pueden ser entendidos por todas las disciplinas para generar una discusión al respecto. Muchas veces si el procedimiento médico es complejo, se generan estos mapas y deben ser revisados con el resto del equipo, con lo cual se convierten en una herramienta de indagación, ya que permiten recopilar más información.

En el caso de estudio se detectó que era necesaria una plataforma ergonómica de soporte para el paciente, que pudiera disminuir la fatiga durante la toma de imágenes, así como eficientar el flujo de trabajo de personal médico. Sin embargo, se detectaron otras necesidades no expresadas anteriormente, como la de preparar al paciente antes de la toma de imágenes a través de un diseño de sala de espera y material explicativo, con lo cual se disminuye la ansiedad, se mejora el flujo de pacientes y se reduce la fatiga en el personal médico.

La etapa de análisis es crítica dentro de proyectos de diseño médico, pues permite visualizar la complejidad del problema a resolver, facilita la participación de todos los actores en el análisis del mismo y ayuda a detectar necesidades no resueltas o no expresadas anteriormente.

3. PROPUESTAS Y EVALUACIÓN: INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL DISEÑO

Dentro del proceso de diseño, validar las propuestas con usuarios es de suma importancia. En proyectos de carácter médico nos encontramos con retos, pues probar prototipos funcionales y evaluarlos con pacientes requiere de protocolos clínicos estrictos. Los pacientes deben firmar su consentimiento y reclutarlos muchas veces puede tomar más tiempo del contemplado. Otra dificultad se presenta durante la refinación del diseño, pues surgen nuevos requerimientos no expresados o detectados anteriormente durante las primeras fases de investigación y análisis.

Para contrarrestar esta dificultad, en este caso de estudio se realizaron propuestas conceptuales a través de renders, modelado digital y simuladores rápidos como herramienta de indagación, que se revisaron con las contrapartes científicas y médicas (figura 5). Al contrario de una evaluación del diseño final con pacientes, la finalidad de estas propuestas rápidas es justamente obtener más información y con ésta volver a replantear el problema o necesidad a resolver, con el enfoque de investigación a través del diseño que se mencionó.

Con cada propuesta se documentaron las necesidades y comentarios de las demás disciplinas para incorporar el conocimiento adquirido en siguientes iteraciones. Se realizaron tablas comparativas con los nuevos requerimientos planteados para cada propuesta a fin de jerarquizar los mismos con el equipo de trabajo multidisciplinario.

La actividad de investigación a través de estas propuestas hace necesario volver a la segunda etapa de análisis y con ello a la primera etapa de entendimiento del problema (figura 6). Este proceso sucede de forma iterativa, las veces que sea necesario y dependiendo de la complejidad del proyecto.

2 Para más información ver Philips. Experience Flow: understanding people and their experiences to deliver meaningful innovations (2014), disponible en <https://www.philips.com/consumerfiles/newscenter/main/design/resources/pdf/Inside-Innovation-Background-Experience-Flows.pdf> y Marc Stickdorn y Jacob Schneider. This Is Service Design Thinking: Basics, Tools, Cases (Amsterdam: BIS Publishers, 2010).

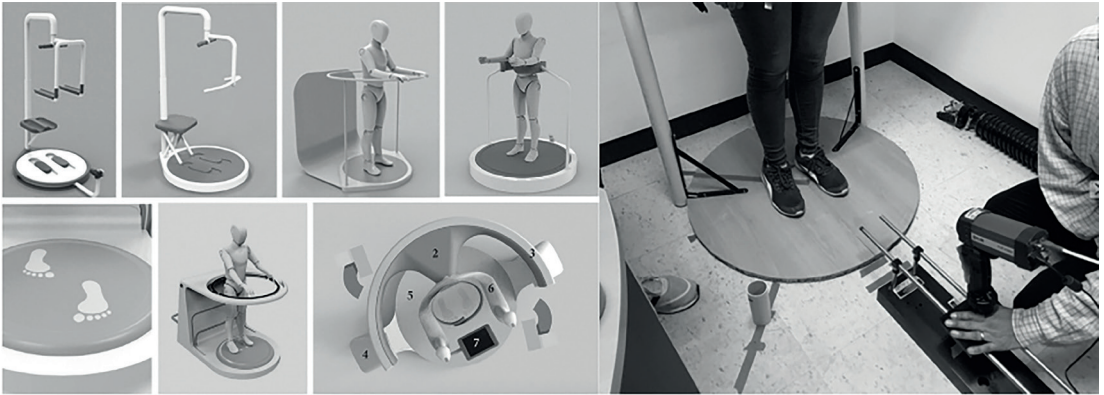


FIGURA 5. EJEMPLOS DE PROPUESTAS Y SIMULADOR.
FUENTE: MARÍA FERNANDA VERGARA, OMAR ACOSTA, ÁLVARO DE LA SERNA.

DISCUSIÓN

Es importante aclarar que el proyecto aquí descrito sigue en curso y mientras el equipo de diseño investiga el aspecto de los factores humanos, el equipo científico trabaja en la tecnología de toma de imágenes y realiza pruebas clínicas con pacientes, por lo cual constantemente existen ajustes y cambios. Esto implica un cambio de forma de trabajo, pues en lugar de hacer desarrollo de producto de forma tradicional, se está realizando investigación a través del diseño dentro de un proyecto más amplio de I+D.

Uno de los retos en este proyecto fue documentar los hallazgos o información obtenida con cada simulador, principalmente por el tiempo disponible. Sin embargo, invertir esfuerzo en ello es indispensable para seguir un proceso en la toma de decisiones, ya que es una vía para navegar una complejidad que en ocasiones se puede volver difícil de manejar y en donde el diseñador se podría llegar a perder. Planear y aplicar la investigación a través del diseño dentro de proyectos para el área de la salud nos puede ayudar a seguir un proceso ordenado en la recolección de datos y toma de decisiones dentro de un panorama complejo con múltiples variables o factores. También nos permite reportar un método de

investigación aplicado a un caso de estudio en particular.

El proceso de diseño antes descrito tiene similitudes con el método de Diseño Centrado en el Humano (*Human Centered Design* o HCD) (IDEO, 2015) y el Pensamiento de Diseño (*Design Thinking*) (Brown y Katz, 2009). En estos métodos se da especial relevancia al proceso de empatía o entendimiento del problema, así como a la realización de simuladores rápidos y la evaluación con usuarios y expertos en un proceso iterativo. Es importante aclarar que el proceso descrito en este artículo puede ser complementario de estos otros métodos, sin embargo, se consideran como características diferenciadoras las siguientes:

1. El método descrito se plantea para insertarse dentro de un proyecto de Investigación y Desarrollo (I+D) liderado por disciplinas particulares de las ciencias, como la medicina o la física.
2. El entendimiento del problema es un proceso a largo plazo y debe ser compatible con los procesos y lapsos de tiempo del método científico.
3. El trabajo de diseño se plantea principalmente para generar herramientas de investigación y facilitar el flujo de información entre disciplinas.

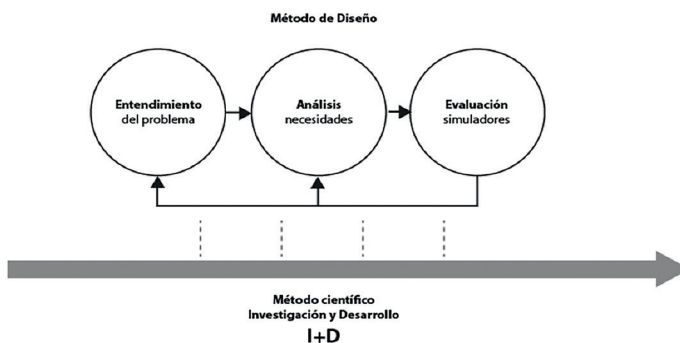


FIGURA 6. PROCESO DE INVESTIGACIÓN.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

CONCLUSIONES

Los diseñadores que trabajan en proyectos de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) dentro del área médica en esquemas de colaboración multidisciplinar de innovación abierta se enfrentan a retos en cuanto a diferencias de lenguaje y métodos de investigación. Dentro de estos nuevos esquemas de trabajo, la complejidad que implica el entendimiento de factores científicos y médicos para el diseño es tal que puede tomar un tiempo considerable al diseñador entender los mismos. En este sentido, la investigación a través de diseño, en donde se generan artefactos, simuladores o prototipos, cuya función es obtener más información sobre el problema o fungir como puente de comunicación entre las distintas disciplinas es una vía útil para tener un mejor entendimiento de las necesidades y requerimientos.

Hemos visto que las diferencias que existen entre los procesos de investigación científica y la “práctica reflexiva” del diseño pueden generar obstáculos. Tradicionalmente, el diseñador se ha dedicado a mejorar los aspectos finales de estética y usabilidad de una innovación tecnológica en su fase posterior a la transferencia de tecnología en tiempos de desarrollo cortos. El nuevo rol que juega ahora el diseñador como agente

de innovación, en donde se inserta en las fases iniciales del proceso de investigación y desarrollo, requiere de nuevas habilidades y conocimientos.

En primer lugar, el diseñador debe considerar que su labor está insertada dentro de un proceso de investigación y desarrollo a largo plazo que tiene las características de ser una actividad creativa, incierta, sistemática, transferible y/o reproducible (OECD, 2018). Para ello es preciso que el diseñador sea flexible y se adapte a este proceso en donde la incertidumbre es recurrente. Segundo, el entendimiento del problema de diseño corre a la par del entendimiento del problema científico, con lo cual los requerimientos se pueden modificar o evolucionar. Para ello es necesario que el diseñador comprenda el proceso de investigación científica. Tercero, el diseñador debe cambiar su enfoque de trabajo, ya que no está dando soluciones a un problema dado sino está creando herramientas de investigación para definir este problema.

En este artículo se ha presentado la importancia de la investigación a través del diseño en proyectos de innovación tecnológica dentro del área médica con un caso de estudio particular. Se espera que este enfoque de investigación se pueda aplicar en proyectos similares.

FUENTES DE CONSULTA

- Brown, T. y B. Katz (2009), *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*, Harper Business, New York.
- Buchanan, R. (2001), "Design Research and the New Learning", *Design Issues*, vol. 17, núm. 4 (Autumn 2001).
- Chesbrough, H. (2003), *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) (2019), Desarrollo tecnológico e innovación. Disponible en <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion>, consultado el 20 de marzo de 2020.
- Cross, N. (1999), "Design Research: a disciplined conversation", *Design Issues*, vol. 15, núm. 2 (Summer 1999). Doi: <https://doi.org/10.2307/1511837>.
- Etzkowitz, H. (2003), "Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry- Government Relations", *Social Science Information*, vol. 42, núm. 3 (september 2003), pp. 293-337. Doi: <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>.
- Frayling, C. (1993), "Research in Art and Design", *Royal College of Art Research Papers*, vol.1 núm. 1, pp. 1-5.
- Gardien, P. y Gilsing, F. (2013), "Walking the walk: putting design at the heart of business", *Design Management Review*, vol. 24, núm. 2, pp. 54-66. Doi: <https://doi.org/10.1111/drev.10242>.
- Groeneveld, B., Dekkers, T., Boon, B. y D'Olivo, P. (2018), "Challenges for design researchers in healthcare", *Design for Health*, vol. 2, núm. 2, pp. 305-326. Doi: [10.1080/24735132.2018.1541699](https://doi.org/10.1080/24735132.2018.1541699).
- Grosse, R. (1996), "International Technology Transfer in Services", *Journal of International Business Studies*, vol. 27, núm. 4, pp. 781-800. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/155512>.
- IDEO (2015), Design Kit: The Human-Centred Design Tool Kit, San Francisco, IDEO.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017), "Características de las defunciones registradas en México durante 2017", *Comunicado de prensa* núm. 525/18. (31 de octubre de 2018). Disponible en <http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemograficas/DEFUNCIONES2017.pdf>, consultado el 10 de marzo de 2020.
- Instituto de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (ICAT) (2019), "Unidad de Investigación y Desarrollo Tecnológico del ICAT en el Hospital General de México". Disponible en <http://www.ccadet.unam.mx/secciones/depar/sub5/unhgm.htm>, consultado el 20 de febrero de 2020.
- International Diabetes Federation (IDF) (2017), *IDF Diabetes Atlas, 8th edition*. Disponible en <http://www.diabetesatlas.org>, consultado el 12 de marzo de 2020.
- Jones, P (2013), *Design for Care: Innovating Healthcare Experience*, Nueva York, Rosenfeld Media.
- Lahiri, B. B., Bagavathiappan, S., Jayakumar, T. & Philip, J. (2012), "Medical applications of infrared thermography: A review", *Infrared physics & technology*, vol. 55, núm. 4, pp. 221-235. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2012.03.007>, consultado el 12 de marzo de 2020.
- Melese, T., Lin, S., Chang, J. y Cohen, N. (2009), "Open innovation networks between academia and industry: an imperative for breakthrough therapies", *Nature Medicine*, vol. 15, pp. 502-507. Disponible en <https://www.nature.com/articles/nm0509-502>, consultado el 20 de febrero de 2020.
- Miranda, P. y Rivera, A. (2016), "País vive emergencia sanitaria por diabetes: IMSS", *El Universal*. 14 de noviembre de 2016. Disponible en <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/sociedad/2016/11/14/pais-vive-emergencia-sanitaria-por-diabetes-imss>, consultado el 20 de febrero de 2020.
- OECD (2018), *Manual de Frascati 2015: Guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. Madrid, OECD Publishing, Paris/FEYCT. Doi: <https://doi.org/10.1787/9789264310681-es>, consultado el 20 de marzo de 2020.
- Philips (2014), *Experience Flow: understanding people and their experiences to deliver meaningful innovations*. Disponible en <https://www.philips.com/consumerfiles/newscenter/main/design/resources/pdf/Inside-Innovation-Background-Experience-Flows.pdf>, consultado el 22 de febrero de 2020.
- Schön, D. (1983), *The Reflective Practitioner*, London, Temple Smith.
- Stappers, P. (2007), "Doing design as a part of doing research", *Design research now*, pp. 81-91, Ralf Michel, ed., Basel, Birkhäuser Verlag AG.
- Stappers, P. (2013), "Prototypes as Central Vein for Knowledge Development", *Prototype: design and craft in the 21st century*, 85-98, Louise Valentine, ed., London, Bloomsbury.
- Stickdorn, M. y Schneider, J. (2010), *This Is Service Design Thinking: Basics, Tools, Cases*. Amsterdam, BIS Publishers.
- Verganti, R. (2013), *Design driven innovation: changing the rules of competition by radically innovating what things mean*, Harvard Business Press, Boston.
- Viadé, J. y Royo, J. (2006), *Pie Diabético. Guía Práctica para la Prevención, Evaluación y Tratamiento*, Médica Panamericana, Buenos Aires.
- Williams, H.A. (1996), "Design at a distance: The New Hybrids", *Design Management Journal*, 7: pp. 43-47. doi:10.1111/j.1948-7169.1996.tb00480.x
- Zimmerman, J. y Forlizzi, J. (2014), "Research Through Design in HCI", en *Ways of Knowing in HCI* 167-189, Olson J. S. y Kellogg W. A. (eds.), Nueva York, Springer.