



# **Investigación en las ciencias del diseño**

## Aplicación en los contextos de computación y tecnología

Karla Reyes Burgos • Jury Aquino Trujillo

Investigación en las ciencias del diseño: aplicación en los contextos de computación y tecnología/Karla Reyes Burgos, Jury Aquino Trujillo. — Chiclayo USAT; Entrelibros, 2022. 95 pp.

ISBN -e: 978-612-4402-16-6

1. Educación -- Investigación -- Prototipos
2. Tecnología educativa -- Análisis visual
3. Educación -- Investigaciones -- Tecnología
4. Metodología -- Investigaciones
5. Tecnología educativa -- Modelos
6. Modelos de simulación.

006.607 IN62 — SCDD 23

202211

Catalogación en la fuente -- Entrelibros.

Hecho en Perú

enero 2023

# Investigación en las ciencias del diseño

## Aplicación en los contextos de computación y tecnología



Universidad Católica  
Santo Toribio de Mogrovejo

Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer  
N° 855 Chiclayo - Perú  
Telf: +51 (074) 606200

© USAT

© Karla Cecilia Reyes Burgos

© Jury Yesenia Aquino Trujillo

Primera edición digital, enero 2023

Libro electrónico disponible en:  
[www.entrelibros.co](http://www.entrelibros.co)

Publicado en Chiclayo, Perú.

Depósito legal N° 2022-13062

ISBN-e: 978-612-4402-16-6

### Proceso de evaluación

Recepción: 6 de julio de 2022

Evaluación por pares: 8 de agosto de 2022

Corrección de autores: 26 de septiembre de 2022

Aprobación final: 15 de noviembre de 2022

### Diseño y Producción editorial

Entrelibros S.A.S  
[www.entrelibros.co](http://www.entrelibros.co)

### Dirección

Sandra Edith Nossa Medina

### Editor jefe

Manfred Acero Gómez

### Corrección de estilo y traducción

Daniela Ramírez Correa

### Diseño, ilustración y diagramación

Laura García Tovar

### ¿Cómo citar este libro?

K. Reyes Burgos y J. Aquino Trujillo, *Investigación en las ciencias del diseño: Aplicación en los contextos de computación y tecnología*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2023.

**Nota legal (disclaimer).** Este libro fue aprobado para su publicación con base en un proceso académico de evaluación por pares expertos y a través de un sistema "doble ciego". Las conclusiones que se derivan de esta investigación, sus contenidos y la perspectiva de los autores es su responsabilidad exclusiva con fines académicos; no refleja una posición institucional de parte de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

*A mi familia, por el amor que siempre me ha brindado.*

*Karla Reyes Burgos*

*A Dios, por guiarme y bendecirme cada día.*

*A mis padres Francisco e Inés, y hermano Manuel  
por todo su amor y apoyo incondicional.*

*A mis hijos, Francisco, Inés y Marifé,  
con todo mi amor.*

*Jury Aquino Trujillo*

# Presentación

Desde finales del siglo pasado ha cobrado fuerza el paradigma *Design Science Research DS*<sup>1</sup> (investigación en ciencias del diseño) como metodología de investigación, especialmente en la labor ingenieril de las áreas ligadas a la computación y la tecnología. Lo anterior puede suceder porque tiene como intención generar nuevas formas de aplicar la actividad de investigación en ingeniería mediante estrategias que brindan la rapidez que las actuales innovaciones tecnológicas requieren; es por ello que importantes universidades del hemisferio norte ya la han adoptado como metodología de investigación en diversos programas académicos (la ingeniería no es el único ámbito de aplicación de DSR; se pueden encontrar aplicaciones en Farmacología, Economía, Investigación de operaciones, Arquitectura, Escuelas de Negocios, entre otras).

El objetivo de este libro es conocer y difundir el paradigma de investigación basado en las ciencias del diseño, ya que su aplicación puede ser útil para investigadores a nivel de pre y posgrado. Por este motivo, hemos abordado este libro a modo de revisión de literatura científica de los principales artículos escritos sobre DSR, tratando cuestionamientos claves como: ¿qué son las ciencias del diseño?, ¿cuál es el entorno que envuelve a una investigación basada en las ciencias del diseño? y ¿cómo se desarrolla? Abordaremos estas preguntas a lo largo de la obra y aspiramos a responderlas con la mayor claridad posible.

*Las autoras*

---

<sup>1</sup> Design science research, es un término propuesto por Hevner, March, Park y Ram [5], como concepto de diseñar y evaluar artefactos de Tecnología de Información (TI).

# Investigación en las ciencias del diseño. Aplicación en los contextos de computación y tecnología

## Resumen

Este libro busca difundir el paradigma de investigación de las ciencias del diseño; las características de este paradigma y su aplicación puede ser útil para investigadores en formación, a nivel de pregrado y posgrado.

En el primer capítulo se trata de manera detallada el concepto de diseño y se establece un comparativo entre las ciencias naturales y las ciencias del diseño. En el segundo capítulo se presentan los elementos que configuran la investigación basada en las ciencias del diseño y se resalta en ello la importancia de los artefactos, las actividades, las motivaciones y las directrices que definen este campo. En el tercer y último capítulo se tratan los aspectos relacionados con la conducción operativa de una investigación basada en las ciencias del diseño: la metodología a seguir, la formulación de los objetivos, los métodos de evaluación, la estructura del informe y los principios éticos.

Finalmente, este libro deja al lector un panorama claro de la manera de hacer investigación en las ciencias del diseño.

**Palabras clave:** diseño, ciencias del diseño, ciencias naturales, artefacto, directrices, investigación en ciencias del diseño, metodología, metodología, método, modelo, constructo, instanciación.

# Design Science Research. Application in Computing and Technology

## Abstract

This book seeks to disseminate the design science research paradigm; the characteristics of this paradigm and its application can be useful for researchers in training, at the undergraduate and graduate levels.

The first chapter discusses in detail the concept of design and establishes a comparison between the natural sciences and the design sciences. The second chapter presents the elements that make up research based on the design sciences and highlights the importance of the artifacts, activities, motivations and guidelines that define this field. The third and final chapter deals with aspects related to the operational conduct of design science research: the methodology to be followed, the formulation of objectives, evaluation methods, the structure of the report and ethical principles.

Finally, this book provides the reader with a clear picture of how to conduct design science research.

**Key words:** design, design science, design science, natural science, artifact, guidelines, Design Science Research, methodology, methodology, method, method, model, construct, instantiation.

# Perfil de las autoras

## Karla Cecilia Reyes Burgos

Es ingeniera en Computación e Informática, Magíster en Ingeniería de Sistemas y Magíster en Educación. Sus líneas de investigación se enfocan en el alineamiento estratégico de los sistemas de información con los negocios y en los emprendimientos de base tecnológica. Es catedrática de asignaturas de investigación de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en Chiclayo, Perú.

## Jury Yesenia Aquino Trujillo

Es ingeniera en Computación e Informática, Magíster en Ingeniería de Sistemas y Doctora en Educación. Sus líneas de investigación se centran en Sistemas de información. Actualmente es profesora de Metodología de la investigación científica en Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial y Arquitectura en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en Chiclayo, Perú.

# About the authors

## **Karla Cecilia Reyes Burgos**

Karla is a Computer and Informatics Engineer and she has master's degree on Systems Engineering and a master's degree on Education. Her lines of research focus on the strategic alignment of information systems with business and technology-based entrepreneurship. She is a professor of research subjects at the School of Systems and Computer Engineering at the Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, in Chiclayo, Peru.

## **Jury Yesenia Aquino Trujillo**

Jury is a Computer and Informatics Engineer and she has master's degree on Systems Engineering and a PhD in Education. Her research interests are focused on Information Systems. She is currently a professor of Scientific Research Methodology on Systems Engineering, Civil Engineering, Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Architecture at the Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, in Chiclayo, Peru.

# Índice general

Dedicatoria.....	3
Presentación.....	4
Índice general.....	9
<b>Capítulo I: Las ciencias del diseño</b> .....	<b>13</b>
El diseño.....	14
Las ciencias del diseño.....	15
Comparativo entre las ciencias naturales.....	16
Conclusiones.....	17
<b>Capítulo II: Entorno de una investigación en ciencias del diseño</b> .....	<b>18</b>
Identificación de oportunidades para desarrollar investigaciones basadas en ciencias del diseño.....	19
Modos de razonar compatibles con las ciencias del diseño.....	22
Modo deductivo.....	23
Modo inductivo.....	23
Modo abductivo.....	24
Ejemplos de abducción en ingeniería.....	25
Artefactos de una investigación en ciencias del diseño.....	26
Actividades de investigación en las ciencias del diseño.....	29
Motivaciones para desarrollar una investigación en ciencias del diseño.....	32
Directrices para guiar una investigación en ciencias del diseño.....	35
Ejemplos de aplicación de las directrices a diferentes investigaciones.....	36
Conclusiones.....	47

### Capítulo III: Desarrollo de una investigación en ciencias

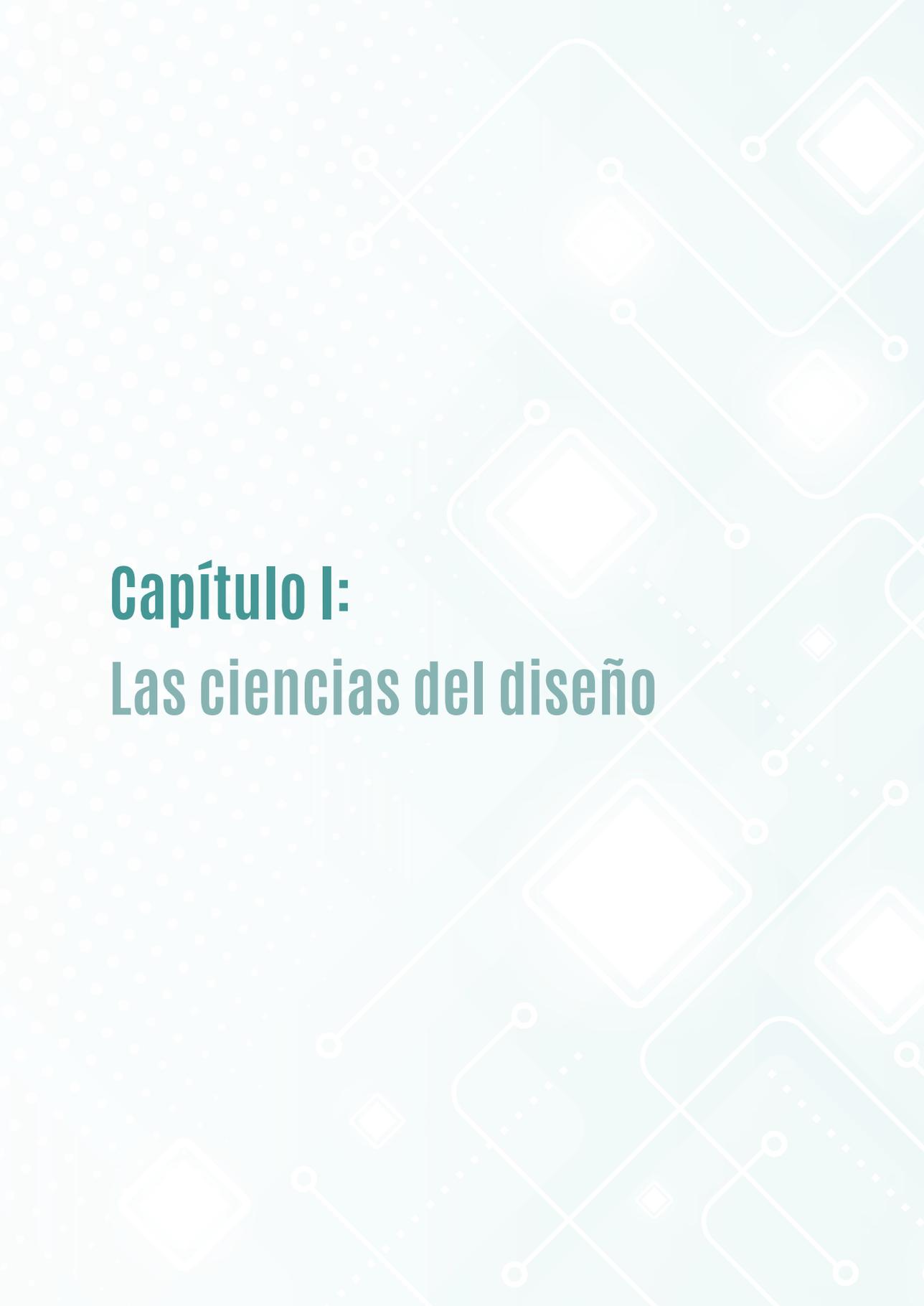
<b>del diseño</b> .....	49
Metodología de investigación basada en las ciencias del diseño .....	50
Ejemplos de aplicación de la metodología DSR .....	56
Formulación de los objetivos .....	64
Métodos de evaluación .....	66
Ejemplos de métodos para la evaluación de los artefactos .....	70
Estructura de un informe de investigación basado en las ciencias del diseño .....	73
Principios éticos relacionados con la investigación en ciencias del diseño .....	78
Los seis principios de Myers y Venable .....	78
Los cuatro principios éticos de Mason .....	80
Principios del Código de ética y práctica profesional de ingeniería de software ACM / IEEE-CS .....	82
Conclusiones .....	83
<b>Referencias</b> .....	85

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Comparación de los principales métodos de investigación .....	24
<b>Tabla 2.</b> Actividades de investigación de acuerdo con su enfoque .....	31
<b>Tabla 3.</b> Checklist para comprobar una investigación en ciencias del diseño .....	33
<b>Tabla 4.</b> Directrices para una investigación en ciencias del diseño .....	35
<b>Tabla 5.</b> Modelo para la evaluación y reducción de riesgo de seguridad de la información en TELCO (operadores de telecomunicaciones) .....	36
<b>Tabla 6.</b> A framework for valuing the quality of customer information ...	38
<b>Tabla 7.</b> Graph-based cluster analysis to identify similar questions .....	39
<b>Tabla 8.</b> A method to select IT service management processes for improvement .....	40
<b>Tabla 9.</b> Building cloud-based information systems lab architecture: deriving design principles that facilitate the effective construction and evaluation of a cloud-based lab environment .....	42
<b>Tabla 10.</b> Accelerating electronic medical record adoption & Innovation with targeted IT capabilities .....	45
<b>Tabla 11.</b> Comparativa de metodologías de investigación basadas en las ciencias del diseño .....	51
<b>Tabla 12.</b> Criterios de evaluación de un artefacto .....	67
<b>Tabla 13.</b> Métodos para evaluar los artefactos de una investigación en ciencias del diseño .....	69
<b>Tabla 14.</b> Cuadro morfológico de los parámetros de configuración para un esquema de publicación en las ciencias del diseño .....	74
<b>Tabla 15.</b> Comparación de dos esquemas tomados como ejemplo para una publicación en las ciencias del diseño .....	75
<b>Tabla 16.</b> Esquema para un informe de investigación basado en las ciencias del diseño .....	77
<b>Tabla 17.</b> Preguntas éticas para investigadores en ciencias del diseño .....	81

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Matriz de innovación del conocimiento, con oportunidades para investigación y resultados del impacto externo.....	20
<b>Figura 2.</b> Función de cada método científico.....	25
<b>Figura 3.</b> Ciclos en la investigación en ciencias del diseño.....	32
<b>Figura 4.</b> Ciclos en la investigación con sus correspondientes preguntas mapeadas.....	34
<b>Figura 5.</b> Metodología para desarrollar una investigación en el paradigma de las ciencias del diseño.....	55
<b>Figura 6.</b> Estructura para el planteamiento de objetivos en una investigación basada en el paradigma DSR.....	64
<b>Figura 7.</b> Estructura para el planteamiento de objetivos, reflejadas en un ejemplo.....	65



# Capítulo I: Las ciencias del diseño

## El diseño

De acuerdo con la Real Academia Española, el concepto de *diseño* nos remite a la idea de la “concepción original de un objeto u obra (...)”; efectivamente, el diseñar es un proceso mental con el fin de delinear una solución ante un determinado problema, una forma de actuar muy relacionada con el proceder del ingeniero. Las propuestas basadas en el concepto del diseño han cobrado fuerza en los últimos tiempos, prueba de ello es la óptica *design thinking*<sup>1</sup> la cual procura fomentar la creatividad para desarrollar ideas innovadoras en las organizaciones. En el ámbito de la enseñanza superior, surge la corriente *concebir – diseñar – implementar – operar*, más conocida por sus siglas CDIO<sup>2</sup> que busca formar a los estudiantes especialmente de las áreas de ingeniería; en el campo de la investigación, encontramos las ciencias del diseño encarnadas en el DSR, un paradigma que se aboca a la resolución de problemas a través de la creación de dispositivos o artefactos. Las escuelas de ingeniería, negocios, educación y medicina están centralmente preocupadas por el proceso de diseño [1].

Para González [2] la expresión “ciencias del diseño” designa conocimientos específicos que son elaborados para resolver, de manera articulada, problemas concretos que surgen en el entorno humano; así entonces, las ciencias del diseño se encaminan a metas relacionadas con las creaciones hechas por los humanos.

En consonancia con lo anterior, Hevner y Chatterjee [3] proponen dos acepciones para diseño: la primera como verbo, al considerarla como un proceso, pues atañe a una “secuencia de actividades que produce un producto innovador”, en este sentido existirían dos tipos de procesos:

---

<sup>1</sup> Design Thinking es un término acuñado en 2008 y difundido por Tim Brown, profesor de Ingeniería de la Universidad Stanford.

<sup>2</sup> El concepto CDIO fue concebido originalmente en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) a finales de los años noventa.

construir y evaluar. La segunda acepción alude a que es un sujeto, al considerarla como un producto, definido, a su vez, como un "artefacto creado para solucionar problemas" [2].

## Las ciencias del diseño

El concepto de diseño pareciera que es un concepto que recién hubiese emergido, sin embargo, este data de finales de los años 50, cuando fue acuñado por Richard Buckminster Fuller y luego difundido por Herbert Simon en su libro "La ciencia de lo artificial"[4] en el cual se indica que, a diferencia de las ciencias naturales<sup>3</sup>, las cuales tienen como objetivo fundamental explorar, describir, explicar y cuando sea posible, predecir los fenómenos naturales y sociales, las ciencias del diseño están orientadas a la resolución de problemas y tienen como objetivo prescribir (indicar) el desarrollo de sus productos.

La investigación en ciencias del diseño se enfoca en la solución de problemas a partir de la aplicación de los nuevos conocimientos científicos, de modo que es esencialmente pragmática, siendo un paradigma que radica en la acción y la utilidad, promoviendo la creación de artefactos para solucionar problemas de la vida real [5].

Según Simon [1], el problema se define para las ciencias del diseño (o como también las denomina: ciencias de lo artificial) como la diferencia entre la situación actual y el estado deseado. En este contexto, la ciencia del diseño postula que la utilidad y las decisiones estadísticas son empleadas para definir el espacio del problema, así como las técnicas de investigación son las acciones necesarias para reducir la diferencia entre la situación actual y el estado deseado [1].

---

<sup>3</sup> Ciencias naturales o a veces también llamadas tradicionales (por tradicionales se refiere a las naturales y sociales que procuran ser analíticas o reduccionistas).

Para Hevner y Chatterjee [3] "la investigación en las ciencias del diseño es un paradigma de investigación en el cual un diseñador responde preguntas relevantes a los problemas humanos a través de la creación de artefactos innovadores, contribuyendo así con nuevos conocimientos al cuerpo de la evidencia científica".

## Comparativo con las ciencias naturales

Generalmente, cuando nos iniciamos en el conocimiento de algo nuevo, procuramos hacer comparaciones con lo que nos es familiar. En este caso, tal vez el paradigma que más conocemos por estudios previos es el de las ciencias naturales; por ello, en este apartado, trataremos una comparativa entre las ciencias naturales y las ciencias del diseño para conocer sus puntos de partida y el propósito que las guía. Para Dresch [6] los puntos de partida de una investigación realizada en el paradigma de las ciencias naturales pueden ser: un problema teórico (la brecha de una teoría existente) o un cuestionamiento a partir de una observación de la realidad, procurando la comprensión de un fenómeno en profundidad, tratando de explorarlo, describirlo, explicarlo o predecirlo. Por otro lado, una investigación orientada a las ciencias del diseño normalmente puede partir de la necesidad de construir o diseñar un artefacto dado, o también a partir de observar la realidad, por lo que el investigador debe evidenciar una necesidad de formalizar o desarrollar un artefacto, teniendo por objetivo prescribirlo o proyectarlo.

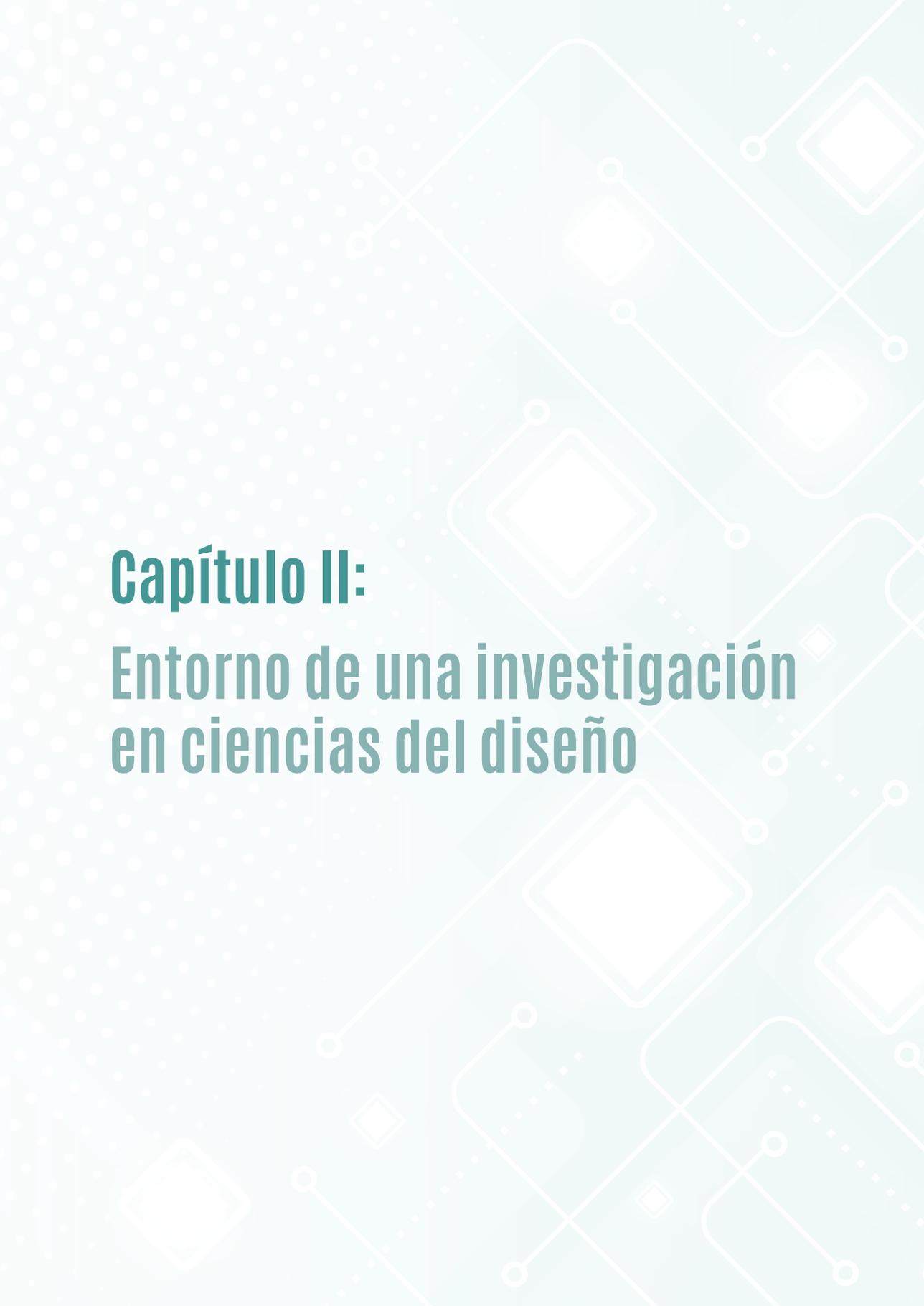
Mientras que con las ciencias naturales se pretende averiguar "lo que es verdad", las ciencias del diseño buscan identificar "lo que es eficaz" [5]. Las preguntas fundamentalmente abordadas por la investigación en las ciencias del diseño son: ¿qué tan útil es este nuevo artefacto?, demostrándose esta utilidad en evidencias presentadas para corroborar si efectivamente el artefacto atiende una necesidad relevante; y ¿se cuenta con conceptos, métodos y conocimientos aplicables a la investigación? Con la finalidad demostrar el rigor, al estar

en la capacidad de contar con las herramientas teóricas suficientes [5]. Ello nos conduce a conocer con mayor detalle cuáles son los ciclos para una investigación en ciencias del diseño, lo cual veremos en el siguiente capítulo.

## Conclusiones

La ciencia del diseño tiene como objetivo desarrollar conocimiento científico por profesionales del área para resolver problemas del mundo real, a partir de la construcción de artefactos nuevos (no existentes), o para mejorar artefactos ya existentes. Para atender problemas de mejora, su foco de interés central es el conocimiento que se empleará en el diseño o construcción de soluciones.

Remarcamos también que no es propósito de este libro generar un enfrentamiento entre las ciencias naturales y las ciencias del diseño; al contrario, consideramos que son enfoques complementarios.



## Capítulo II:

# Entorno de una investigación en ciencias del diseño

## Identificación de oportunidades para desarrollar investigaciones basadas en ciencias del diseño

Cuando iniciamos una investigación, es sumamente importante asegurarnos que esta contenga una contribución innovadora al conocimiento, en estas circunstancias nos podemos apoyar en herramientas que nos ayuden a visualizar claramente en qué consistirá ese aporte y cuál será su impacto en el mundo real.

La Matriz de innovación del conocimiento (Knowledge Innovation Matrix - KIM) surge del trabajo de Gregor y Hevner [7] y proporciona claridad a la investigación, la práctica y la gestión de la innovación.

Gregor y Hevner [7] sugieren que las innovaciones deberían juzgarse con base en su contribución al conocimiento original y las necesidades abordadas. KIM es el resultado de una clasificación de innovaciones y contribuciones de conocimiento sobre dos dimensiones: madurez en el conocimiento (solución) y madurez en el dominio de aplicación (problema). La matriz, como se puede apreciar en la figura 1, tiene cuatro cuadrantes denominados (1) invención, (2) mejora, (3) exaptación, y (4) explotación.

Sobre los ejemplos en torno a las invenciones, los autores indican que pueden ser raros pero muy visibles, como la cámara y la fotografía (1816-36), el fonógrafo (1877), el ratón de computadora (1963), la programación orientada a objetos (1967), entre otros más [7]. Ejemplos adicionales de invenciones producidas en el área de la computación gráfica incluirían el primer casco de realidad virtual inventado por Ivan Sutherland en 1973 o sus posteriores variantes como los artefactos que posibilitan la realidad aumentada o la realidad mixta, muchos de los cuales hacen posible el enriquecimiento de posibilidades de mejora en campos tan diversos como la educación, al aportar beneficios como el abordaje sencillo de conceptos abstractos o la práctica simulada con equipos costosos o procedimientos delicados o peligrosos. Así también, en el

turismo, estas tecnologías, procedentes de la computación gráfica, acercan a los interesados a conocer nuevos lugares a través de diversos medios puestos a su alcance, los cuales permiten recrear sensaciones e interacciones lo más aproximadas a como se dan en el destino elegido. No menos importante, la incursión de esta tecnología en el campo de la diversión se manifiesta a través de juegos de realidad inmersiva o al hacer posible la recreación de nuevos ambientes virtuales como el Metaverso de Facebook y otros que, al momento de escribir este libro, han sido anunciados por las grandes empresas tecnológicas que están detrás de su desarrollo tales como Nvidia con su Omniverse™ o los que a su vez Apple y Microsoft ya dieron a conocer en sus planes para los próximos años.

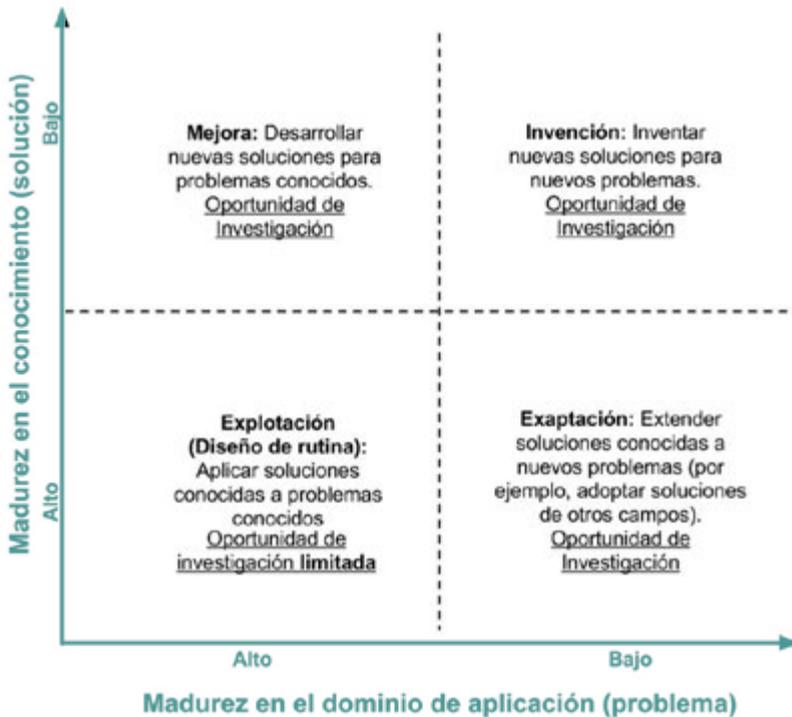


Figura 1

Matriz de innovación del conocimiento, con oportunidades para investigación y resultados del impacto externo

Fuente: adaptado de S. Gregor y A. Hevner [7]

En el caso de las mejoras, el desafío clave está en demostrar que la solución mejorada realmente es un avance sobre el conocimiento previo. Siguiendo con el ejemplo de la realidad aumentada y sus variantes, los primeros casos de realidad aumentada han dado pie a una diversidad de dispositivos que han seguido una evolución sostenida y creciente, y reflejan una diversidad de artículos como los lentes inteligentes (ejemplo Lenovo ThinkReality A3 Smart Glasses), los lentes de realidad aumentada (ejemplo Qualcomm XR2 AR Smart Viewer) o útiles aplicaciones de realidad aumentada como la que ofrece Google Maps Live View.

La exaptación tal vez es el cuadrante más complejo de entender; de acuerdo con Gregor y Hevner [7] es la expropiación de una solución consolidada en un campo para resolver problemas en otro campo. Es aplicable a proyectos en los que el contexto del problema no se comprende bien, conociéndose que ya existen artefactos maduros en otros campos que pueden ser aceptados y aplicados como soluciones eficaces. Con las exaptaciones, el investigador necesita demostrar que la extensión del conocimiento de un diseño conocido hacia un nuevo campo no es trivial y más bien este es interesante para pretender una contribución al conocimiento. Como ejemplo de una exaptación tenemos a las cámaras digitales utilizadas en los actuales teléfonos celulares.

Otro ejemplo clásico de innovación técnica es el de Dew, Sarasvathy y Venkataraman [8], que ilustra el proceso de adaptación y de exaptación en el disco compacto. Su inventor, James T. Russell, desarrolló el sistema basado en la idea de usar la luz como un medio, porque visualizó un sistema que registraría y reproduciría sonidos sin contacto físico entre sus partes. Por lo tanto, el CD-ROM fue patentado en 1970 como un sistema de grabación y reproducción digital a óptica.

Sin embargo, los investigadores en el laboratorio con grandes cantidades de datos experimentales recurrieron a la tecnología de CD-ROM para otro uso: un medio de almacenamiento de datos para computadoras. Esta fue una función para la cual el CD-ROM no fue diseñado, pero que luego, sin embargo, resultó ser muy efectivo. Como resultado, durante

la década de 1970, el laboratorio perfeccionó la tecnología de CD-ROM para cualquier tipo de datos, y sentó las bases para la eventual comercialización de la tecnología tanto en la música como en la industria de la informática.

Finalmente, tenemos a la explotación; Gregor y Hevner [7] nos afirman que las oportunidades para las contribuciones de conocimiento en este cuadrante son menos obvias, y estas situaciones rara vez requieren métodos de investigación para resolver una problemática dada. Tal trabajo normalmente no se considera como innovación (es decir, que contribuye a un nuevo conocimiento) porque el conocimiento existente ya se aplica de forma rutinaria en áreas problemáticas que son familiares. El diseño profesional es la aplicación del conocimiento existente a los problemas de la organización, como por ejemplo la construcción de un sistema de información financiero o de marketing con artefactos de "buenas prácticas" ya existentes en la base de conocimientos. De igual manera, Gregor y Hevner [7] remarcan que las contribuciones al conocimiento en este caso pueden provenir de una mejor comprensión de la gestión estratégica de las innovaciones dentro de las organizaciones y la gestión del cambio. Aunque los proyectos en este cuadrante pueden agregar poco al conocimiento formal de la innovación misma, es posiblemente el cuadrante en el que se maximizan los impactos de una innovación.

## Modos de razonar compatibles con las ciencias del diseño

Como posiblemente ya hemos experimentado, el abordaje de una investigación no es sencillo. Inicialmente podemos preguntarnos: ¿cómo surgen las ideas para crear artefactos innovadores? y ¿cómo podemos guiar nuestro razonamiento para llevar a cabo una investigación? Intentaremos dar respuesta a estos cuestionamientos con base en la obra del filósofo estadounidense Charles Peirce [9], quien afirma que son tres los modos de razonar que tiene el pensar humano: el deductivo,

el inductivo y el abductivo. Detallaremos los tres, centrando la atención especialmente en el modo abductivo, no porque sea exclusivo para las ciencias del diseño o porque los otros modos de razonar no se apliquen, sino porque este modo de razonamiento es útil para la teorización del diseño, ya que su propósito es permitir la búsqueda de una solución satisfactoria para un determinado problema de diseño [10].

### **Modo deductivo**

Inferencia que va desde las causas hacia los efectos, o desde lo universal hacia lo particular [11]. Es uno de los procesos más simples de razonamiento. De acuerdo con Dávila [12], la deducción “permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación y permite deducir a partir de la teoría los fenómenos objeto de observación”. Entonces, es un sistema para organizar hechos conocidos y extraer conclusiones, lo cual se logra mediante una serie de enunciados que reciben el nombre de silogismos, que a su vez comprenden tres elementos: a) la premisa mayor, b) la premisa menor y c) la conclusión. Si las premisas del razonamiento deductivo son verdaderas, la conclusión también lo será [12].

### **Modo inductivo**

Inferencia que consiste en basarse en enunciados singulares o particulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales o generales, tales como hipótesis o teorías [13]. Una diferencia significativa entre los métodos inductivo y deductivo es que para desarrollar el método inductivo se debe necesariamente partir de la observación de los fenómenos, es decir, se debe tener una base empírica [14] para que con base en la recolección de datos sobre casos específicos se pueda bosquejar la teoría o hipótesis.

## Modo abductivo

Inferencia que consiste "en examinar un conjunto de hechos y en permitir que esos hechos sugieran una teoría" [15]. Así también, basados en el trabajo de Peirce, algunos autores indican que la abducción es el proceso de razonamiento mediante el cual se engendran las nuevas ideas [16].

Otra interpretación del trabajo de Peirce por parte de Ngwenyama [17] nos propone la siguiente tabla comparativa entre los métodos mencionados.

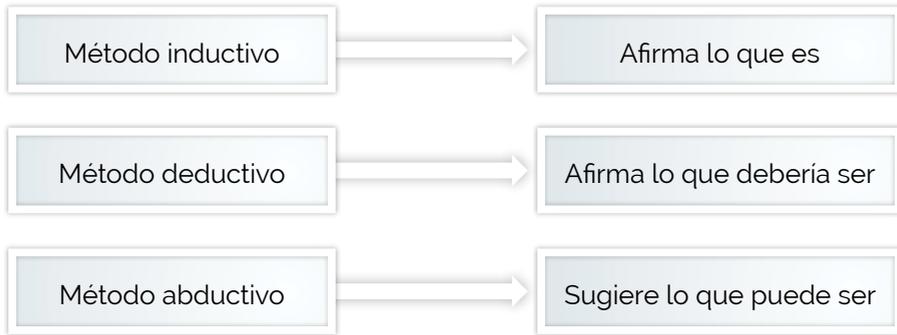
**Tabla 1**

*Comparación de los principales métodos de investigación*

Deducción	Inducción	Abducción
Es la inferencia de un resultado a partir de una regla y un caso.	Es la inferencia de una regla a partir de un resultado y un caso.	Es la inferencia de un caso a partir de una regla y un resultado.
<b>Regla:</b> Todos los hombres son mortales.	<b>Resultado:</b> Sócrates es un mortal.	<b>Regla:</b> Todos los hombres son mortales.
<b>Caso:</b> Sócrates es un hombre.	<b>Caso:</b> Sócrates es un hombre.	<b>Resultado:</b> Sócrates es un mortal.
<b>Resultado:</b> Sócrates es un mortal.	<b>Regla:</b> Todos los hombres son mortales.	<b>Caso:</b> Sócrates es un hombre.

**Fuente:** Adaptado de O. Ngwenyama [17].

Así entonces, podemos indicar que la función de cada uno de los métodos científicos sería:

**Figura 2**

*Función de cada método científico*

**Fuente:** Adaptado de A. Dresch *et al.* [14].

## Ejemplos de abducción en ingeniería

A continuación, veamos dos ejemplos de aplicación del modo abductivo en los campos de la ingeniería de requisitos y la inteligencia artificial.

### ■ En la ingeniería de requisitos.

En los casos de uso, como método para extraer los requisitos del usuario de una solución informática, el ingeniero de software emplea la forma de razonamiento denominada abducción o retroducción, el cual es un “proceso de razonamiento mediante el cual se engendran las nuevas ideas, las hipótesis explicativas y las teorías científicas” [18, p. 22]. Así mismo, citando a Pierce, Génova *et al.* afirman que “la abducción inventa o propone una hipótesis explicativa de los hechos observados” [16, p. 3]. En ese sentido, Génova asevera: “a la abducción corresponde el papel de introducir nuevas ideas en la ciencia: la creatividad, en una palabra” [18, p. 56]. La abducción sugiere que algo puede ser, así que se considera como una posible explicación al hecho observado [11].

Génova *et al.* afirman que es en la comprensión de los requisitos, cuando el usuario explica lo que espera del sistema; siendo además

a través de la descripción de una interacción entre el sistema con el mismo, donde el ingeniero debe aplicar su creatividad: "los requisitos no se descubren, se inventan; los requisitos no están ahí esperando que alguien los descubra, sino que son creados, construidos o inventados en un proceso interactivo entre el cliente y el ingeniero,(...)" [11, p. 1].

### ■ En los sistemas expertos (inteligencia artificial)

El proceso de diagnóstico humano es un ejemplo típico de razonamiento abductivo. Los sistemas centrados en el campo de la medicina son los que se han especializado en el diagnóstico humano realizando tareas abductivas, ya que el conocimiento a extraer se orienta a obtener la relación entre síntomas y enfermedades. Por ejemplo un dolor de cabeza (síntoma) puede ser provocado tanto por una gripe (enfermedad 1), como por un tumor cerebral (enfermedad 2). Así, ante un conjunto de síntomas, el médico identifica las enfermedades que expliquen los síntomas observados. Si existe más de un diagnóstico posible, se decide por el que tenga asociado la mayor certeza, en este caso la abducción puede emplearse en la búsqueda de explicaciones ante unos hechos observados, lo cual se puede tomar como una posible explicación al hecho observado y no como una conclusión definitivamente cierta [19].

## Artefactos de una investigación en ciencias del diseño

Los productos de una investigación basada en las ciencias del diseño se denominan *artefactos* y según March y Smith [20] pueden tomar cuatro formas: constructos, modelos, métodos o instanciaciones.

**Constructos:** constituye una conceptualización utilizada para describir los problemas dentro de un área del conocimiento y para especificar sus

soluciones; proveen el lenguaje en el cual los problemas y las soluciones son definidos y comunicados (vocabulario y símbolos).

**Evaluación de constructos:** la evaluación de los constructos debe involucrar a la integridad, simplicidad, elegancia, comprensibilidad y la facilidad de uso [20].

Ejemplo de constructos, tenemos a los brindados por:

- Pries-Heje y Baskerville [21], quienes desarrollan su Teoría del diseño Nexus y definen cinco constructos: objetivos, entorno, teorías alternativas de diseño, nexo teórico y soluciones de diseño.
- Wessel, Poeppelbuss y Goeken [22] proponen el constructo de mutabilidad de artefactos, que está relacionado con el rápido ritmo de los cambios tecnológicos recientes.

**Modelos:** son un conjunto de proposiciones o afirmaciones que expresan relaciones entre constructos. Representan el problema y la solución y la conexión entre sus componentes (abstracciones y representaciones).

En las actividades de diseño, los modelos representan situaciones como declaraciones de problemas y soluciones. Un modelo puede verse simplemente como una descripción, es decir, como una representación de cómo son las cosas; aunque carezca de detalles, un modelo necesita capturar la estructura de la realidad para ser una representación útil.

Evaluación de modelos: los modelos se evalúan en términos de su fidelidad con los fenómenos del mundo real, exhaustividad, nivel de detalle, robustez y consistencia interna [20].

Ejemplos de este tipo de artefactos los podemos encontrar en las siguientes investigaciones:

- Modelo para la evaluación y reducción de riesgo de seguridad de la información en Telco [23].

- Secure business process model specification through a UML 2.0 activity diagram profile [24].
- A model for improving knowledge generation in design science research through reflective practice [25].
- A data governance maturity evaluation model for government departments of the Eastern Cape province, South Africa [26].

**Métodos:** son un conjunto de pasos (un algoritmo o guía) usados para realizar una tarea. Los métodos se basan en un conjunto de constructos base y una representación de la solución. Proveen guías sobre cómo resolver problemas y encontrar las soluciones (algoritmos y prácticas). Aunque no estén explícitamente articuladas, las representaciones de tareas y resultados son intrínsecas a los métodos. Los métodos pueden estar ligados a modelos particulares en los cuales los pasos toman partes del modelo como entrada. Además, a menudo se utilizan métodos para traducir de un modelo o representación a otro en el curso de la resolución de un problema.

Evaluación de métodos: los métodos deben ser evaluados considerando la operatividad (la capacidad para realizar la tarea deseada o la capacidad de las personas que utilizarán el método), eficiencia, generalidad, y facilidad de uso [20].

Ejemplos de este tipo de artefactos los podemos encontrar en las siguientes investigaciones:

- A framework for valuing the quality of customer information [27].
- Graph-based cluster analysis to identify similar questions [28].

**Instanciación:** es la realización de un artefacto de acuerdo con su entorno. Muestran qué constructos, modelos o métodos pueden ser implementados (sistemas prototipos e implementaciones).

Las instanciaciones operacionalizan constructos, modelos y métodos. Por ejemplo, en los sistemas operativos se instancian constructos

tales como procesos, estados de procesos, interrupciones, llamadas al sistema, entre otros; se emplean modelos como por ejemplo los empleados para representar las estructuras del kernel (monolítico, microkernel, por capas); se utilizan métodos tales como algoritmos de gestión de procesos y algoritmos de gestión de memoria.

Evaluación de las instanciaciones: las instanciaciones deben ser validadas considerando la eficiencia y eficacia del artefacto y su impacto sobre su ambiente y sus usuarios [20].

Ejemplos de investigaciones en las que se haya producido una instanciación:

- Implementing an online pharmaceutical service using design science research [29].
- Use of design science for informing the development of a mobile app for persons living with HIV [30].

## Actividades de investigación en las ciencias del diseño

De acuerdo con March y Smith [20], las ciencias naturales incluyen a la investigación tradicional en los dominios de la física, biología, sociología y el comportamiento. Las investigaciones basadas en el enfoque de las ciencias naturales tienen como objetivo comprender la realidad, buscando la verdad a través de dos actividades de investigación: teorizar y justificar. Teorizar es el proceso de generar o proponer afirmaciones científicas (por ejemplo, teorías, leyes); lo cual hace referencia a la construcción de teorías que explican cómo o por qué sucede algo. En el caso de la investigación en el campo de las tecnologías de la información (TI), esto es principalmente una explicación de cómo o por qué un artefacto funciona dentro de su entorno. La justificación se refiere a probar la teoría, incluye actividades por las que se comprueba su validez, tales como la recolección de evidencia científica que apoye o refute la teoría.

Continuando con March y Smith [20], en el caso de las ciencias del diseño, buscan la utilidad, calidad y eficacia que debe ser demostrada a través de dos actividades de investigación: construir y evaluar. La construcción se refiere a hacer el artefacto, demostrando con ello que su construcción es posible. Evaluar se refiere al desarrollo de indicadores, los cuales permitan medir el rendimiento de los artefactos en relación con esos indicadores.

Así por ejemplo, aplicado al campo de los negocios, Hevner *et al.* [5] consideran a las ciencias naturales como un paradigma que aborda la investigación a través del desarrollo y la justificación de teorías que explican o predicen fenómenos relacionados con alguna necesidad identificada de los negocios, mientras que las ciencias del diseño aborda a la investigación a través de la construcción y evaluación de artefactos diseñados para satisfacer la necesidades identificadas en los negocios. Las ciencias naturales se ven como reactivas y retrospectivas; mirando hacia atrás y tratando de explicar lo que ya existe, mientras que las ciencias del diseño son proactivas, crean soluciones tecnológicas para el futuro, dedicada a la creación de nuevos artefactos como respuestas a los problemas y necesidades de los negocios [31].

A continuación, en la Tabla 2 podremos observar las funcionalidades de estas actividades con base en tipo de artefactos generados como solución en una investigación en ciencias del diseño.

**Tabla 2**  
*Actividades de investigación de acuerdo con su enfoque*

	Ciencias del diseño		Ciencias naturales	
	Construir	Evaluar	Teorizar	Justificar
Constructos	Un constructo debe ser evaluado con base en valor y la utilidad que aporta para una comunidad de usuarios.	La evaluación de los constructos debe involucrar a la integridad, simplicidad, elegancia, comprensibilidad y la facilidad de uso.	Teorizar consiste en explicar el porqué y el cómo surgieron los efectos, es decir porqué y cómo funcionan los constructos, modelos métodos e instancias.	Justificar es llevar a cabo la investigación para probar las teorías presentadas. Estas teorías, una vez justificadas, pueden ofrecer una guía para el desarrollo de nuevas tecnologías.
Modelos		Los modelos se evalúan en términos a la fidelidad que guardan con los fenómenos del mundo real, exhaustividad, nivel de detalle, robustez y consistencia interna.		
Métodos		Los métodos deben ser evaluados considerando la operatividad (la capacidad para realizar la tarea deseada o la capacidad de las personas que utilicen el método, si no es algorítmica), eficiencia y facilidad de uso.		
Instancias		Como instancias, deben ser validadas considerando la eficiencia y eficacia del artefacto y su impacto sobre su ambiente y sus usuarios.		

**Fuente:** Adaptado de S. March y G. Smith [20].

## Motivaciones para desarrollar una investigación en ciencias del diseño

Una investigación en ciencias del diseño puede comprender tres elementos: el entorno, la investigación y la base del conocimiento. Se rige por la relevancia o el rigor [5] y se conforman ciclos de investigación expresados gráficamente en la siguiente figura:



Figura 3

*Ciclos en la investigación en ciencias del diseño*

Fuente: adaptado de A. Hevner y S. Chatterjee [3]

A modo de enlaces entre el entorno, la investigación y la base del conocimiento, encontramos a los ciclos de relevancia y rigor. El ciclo de rigor se basa en el conocimiento existente (fundamentos teóricos, métodos, tecnologías, entre otros). A su vez, el ciclo de la relevancia permite reconocer el problema en función al entorno (el cual alude al contexto donde reside el problema); entre ambos ciclos surge el ciclo de diseño, el cual permite la construcción y evaluación de un artefacto

destinado a dar solución a un problema relevante a partir de los requerimientos obtenidos de las personas de la tecnología y del entorno.

González y Pomares [32] complementan enfatizando que tanto la relevancia, el diseño y el rigor deben ser concebidos como ciclos y no deben ser confundidos con fases de investigación, ya que al interactuar uno con otro se retroalimentan dando la percepción de ser “engranajes” conectados entre sí, de tal manera que mientras se mueve un ciclo, los otros dos también lo hacen.

Hevner y Chatterjee [3, p. 20] proponen el uso de una lista de preguntas, para comprobar si efectivamente se encuentran presentes los ciclos de relevancia, rigor y diseño en una investigación.

**Tabla 3**

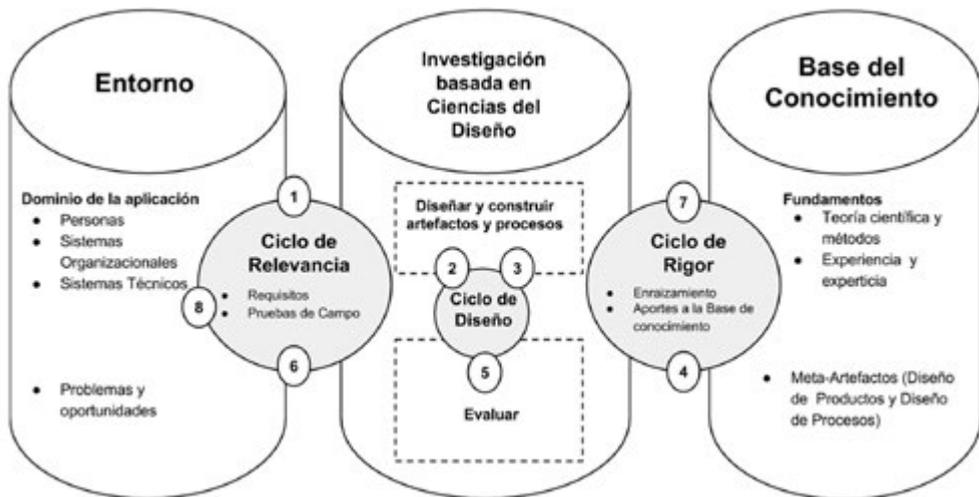
*Checklist para comprobar una investigación en ciencias del diseño*

**Preguntas**

1. ¿Cuál es la pregunta de investigación (requisitos de diseño)?
2. ¿Cuál es el artefacto?, ¿Cómo se representa el artefacto?
3. ¿Qué diseño de procesos (búsqueda heurística) podría ser utilizado para construir el artefacto?
4. ¿Cómo son los artefactos y los procesos de diseño en función a la base de conocimientos?, ¿Qué teorías apoyan el diseño del artefacto y a su proceso de diseño?
5. ¿Qué evaluaciones se realizan durante los ciclos de diseño?, ¿Qué mejoras de diseño se identifican durante el ciclo de diseño?
6. ¿Cómo se presenta el artefacto en el entorno de aplicación y cómo se evalúa?, ¿Qué indicadores se utilizan para demostrar la utilidad del artefacto y las mejoras aportadas con respecto a artefactos anteriores?
7. ¿Qué nuevos conocimientos se añaden a la base de conocimientos y en qué forma (por ejemplo, la literatura revisada por pares, los meta-artefactos, nueva teoría, nuevos métodos)?
8. ¿Se ha abordado de manera satisfactoria el problema de investigación?

**Fuente:** adaptado de A. Hevner y S. Chatterjee [3].

Es importante que sometamos a nuestra investigación a este listado de preguntas para estar seguros de la relevancia y el rigor que podamos estar aportando. Demostrando la relación de estas preguntas con los tres ciclos, vemos en la figura 4 el mapa de las ocho preguntas con el ciclo que le corresponde:



**Figura 4**

*Ciclos en la investigación con sus correspondientes preguntas mapeadas*

**Fuente:** A. Hevner y S. Chatterjee [3]

En González y Pomares se resalta que el inicio de una investigación puede tener como punto de partida cualquiera de estos tres ciclos [32].

- Aquellos proyectos que inician en el ciclo de relevancia se generan a partir de una necesidad identificada en una organización real.
- Los proyectos que nacen desde el ciclo de rigor son producto de haberse identificado vacíos en una disciplina.
- Por último, los proyectos que inician desde el diseño son parte de un proyecto mayor o son la continuación de un proyecto anterior.

## Directrices para guiar una investigación en ciencias del diseño

De acuerdo con Hevner y Chatterje [3], una investigación conducida por el paradigma de las ciencias del diseño debe orientarse por siete directrices, tal y como se aprecia en la siguiente tabla, que establece lo siguiente:

**Tabla 4**

*Directrices para una investigación en ciencias del diseño*

Directriz	Descripción
<b>Directriz 1:</b> el diseño como un artefacto	La investigación debe proveer un artefacto viable en forma de constructo, modelo, método o instanciación.
<b>Directriz 2:</b> relevancia del problema	La solución, desarrollada para lograr el objetivo planteado en una investigación DSR, debe dar respuesta a problemas importantes y valiosos para las organizaciones y la comunidad en general.
<b>Directriz 3:</b> evaluación del diseño	La calidad, utilidad, eficiencia y funcionalidad del diseño deben ser rigurosa y minuciosamente demostradas a través de métodos de evaluación debidamente establecidos y aceptados por la disciplina. Para asegurar el éxito en estas evaluaciones los artefactos deben fundamentarse en teorías y conocimientos existentes.
<b>Directriz 4:</b> contribuciones	Un efectivo proceso de investigación basado en DSR debe proveer contribuciones en las áreas de: Diseño de artefactos: desarrollando artefactos, que extienden el conocimiento actual o lo usa innovadoramente. Fundamentos de diseño: al generar constructos, modelos, métodos e instancias novedosos que extienden el conocimiento actual. Metodologías de diseño: al ofrecer nuevos métodos o métricas de evaluación

**Directriz 5:** rigor investigativo

Una investigación bajo el paradigma DSR se fundamenta en la identificación y uso de métodos rigurosos para hacer y evaluar los artefactos.

**Directriz 6:** diseño como un proceso de búsqueda

La creación de un artefacto efectivo requiere aplicar una búsqueda iterativa con tal de utilizar los mejores medios disponibles para alcanzar tal objetivo.

**Directriz 7:** comunicación

Una investigación bajo el paradigma DSR debe presentar los resultados en forma efectiva tanto a audiencias con formación tecnológica (apelando a detalles de carácter técnico tales como la reproducibilidad y la usabilidad del diseño), como a audiencias de gestión o gerenciales (señalando elementos sobre la novedad de la solución y su usabilidad).

**Fuente:** adaptado de A. Hevner y S. Chatterjee [3].

A continuación, presentamos algunos ejemplos de la aplicación de estas directrices en investigaciones concretas.

## Ejemplos de aplicación de las directrices a diferentes investigaciones

**Tabla 5**

*Modelo para la evaluación y reducción de riesgo de seguridad de la información en TELCO (operadores de telecomunicaciones)*

Directriz	Descripción
<b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto	Se realiza el diseño factible de un artefacto tipo modelo cualitativo.

<b>Directriz 2:</b> relevancia del problema	La relevancia del problema se refleja en la seguridad de la información para los operadores de telecomunicaciones. Se identifica y analiza información histórica sobre casos de amenazas y fraudes en las redes de telecomunicaciones, revelando el nivel de complejidad requerido para gestionar las potenciales amenazas, posibles vulnerabilidades y probables riesgos.
<b>Directriz 3:</b> evaluación del diseño	Debido a la naturaleza del trabajo, en la fase de evaluación se usó el método observacional del caso en estudio: una TELCO ecuatoriana.
<b>Directriz 4:</b> contribuciones	Se usan procesos inductivos para generalizar el modelo: una encuesta exploratoria aplicada a las empresas TELCO del Ecuador aporta al versionado del artefacto por medio del diagrama de bloques del modelo desarrollado; y una ontología del modelo desarrollado, con notación UML.
<b>Directriz 5:</b> rigor investigativo	Se diseña un artefacto aplicable, generalizable y alineado con el estado del arte y las buenas prácticas de gestión de TI y riesgos de seguridad de la información. Desde la perspectiva de gobernanza se usó COBIT®5 y COBIT®5 -SI; y, desde la perspectiva de gestión: COBIT®5 -SI, e-TOM, ISO 27011, ISO 27002 e ISO 27005. Se incluyó también a SAM (strategic alignment model), como una herramienta de alineamiento que aborda diferentes perspectivas de enlaces entre el alineamiento estratégico y la integración funcional.
<b>Directriz 6:</b> diseño como un proceso de búsqueda	Se evidenció una búsqueda y consolidación sistemática de soluciones parciales y complementarias, acorde al problema y a los aportes de los modelos de referencia base.
<b>Directriz 7:</b> comunicación	Se generó el artículo: "DSR approach to assessment and reduction of information security risk in telco"; publicado en la revista científica IEEE Latin America Transactions.

**Fuente:** adaptado de C. Montenegro *et al.* [23]

Tabla 6

*A framework for valuing the quality of customer information*

Directriz	Descripción
<b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto	Esta investigación produjo como artefacto un <i>framework</i> para la valoración de calidad de información, el cual cumple los criterios de un artefacto, ya que incorpora un constructo (conceptualización del problema), un modelo (descripción del comportamiento del sistema de información) y un método (en este caso, un método sociotécnico para la práctica organizacional).
<b>Directriz 2:</b> relevancia del problema	La industria y otros profesionales - han proporcionado tiempo y recursos para abordar este problema, que se percibe como importante y pertinente.
<b>Directriz 3:</b> evaluación del diseño	El artefacto se evaluó mediante escenarios con datos reales y procesos de decisión con rigurosos análisis estadísticos de los resultados.
<b>Directriz 4:</b> contribuciones	Este proyecto de investigación identifica una clara brecha en la base de conocimientos existente de sistemas de información la cual busca acortar a través de la aplicación cuidadosa del método de investigación apropiado (ciencias del diseño).
<b>Directriz 5:</b> rigor investigativo	El diseño de esta investigación se desarrolla la revisión de la literatura a las bases teóricas establecidas para sistemas de información.
<b>Directriz 6:</b> diseño como un proceso de búsqueda	El artefacto está limitado por normas, suposiciones y culturas organizacionales y, en la medida de lo posible, busca comprenderlas y operar dentro de ellas.
<b>Directriz 7:</b> comunicación	La tesis, por sí misma, al ser un documento informativo, ya cumple con esta directriz; sin embargo, el autor ofrece ampliar la comunicación de sus hallazgos a administradores de sistemas de información y a la comunidad en general, pues la calidad de la información así lo amerita.

**Fuente:** adaptado de G. Hill [27]

Tabla 7

Graph-based cluster analysis to identify similar question

Directriz	Descripción
<b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto	El diseño del artefacto es una instanciación de un método para llevar a cabo un clúster basado en análisis de gráficos.
<b>Directriz 2:</b> relevancia del problema	La investigación, se enfoca en el desarrollo de un clúster basado en análisis de gráficos, para resolver la búsqueda a través de contenido generado por el usuario en las redes sociales.
<b>Directriz 3:</b> evaluación del Diseño	Después de probar nueve diferentes combinaciones de algoritmos para tres similitudes diferentes, los investigadores evaluaron los diferentes resultados; agrupando algoritmos usando medidas de precisión como el valor – F.
<b>Directriz 4:</b> contribuciones	Aplicaron la teoría de grafos para formar una red cuatripartita con: <i>pregunta-respuesta- cuestionador-respondedor</i> para identificar preguntas similares.
<b>Directriz 5:</b> rigor investigativo	Construyeron una red cuatripartita, diseñaron las variaciones del algoritmo de agrupamiento y evaluaron cada algoritmo.
<b>Directriz 6:</b> diseño como un proceso de búsqueda	El algoritmo de agrupación cuatripartita utilizó un agrupamiento aglomerativo establecido. El algoritmo amplió el agrupamiento aglomerativo mediante el uso de la teoría de grafos.
<b>Directriz 7:</b> comunicación	Los investigadores publicaron en varias conferencias de Sistemas de Información, discutiendo el algoritmo y su aplicabilidad en educación y en la salud de medios de comunicación social; el artículo generado lo encontramos en la revista científica de la Association for Information Systems

Fuente: adaptado de B. Mohan *et al.* [28]

Tabla 8

*A method to select it service management processes for improvement*

Directriz	Descripción
<p><b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto</p>	<p>El método de selección de procesos es un método innovador porque es el primero en proporcionar una técnica equilibrada basada en factores de los objetivos comerciales y percepciones de brecha de servicio en la elección de procesos para mejorar los servicios de TI. El sistema de soporte a la toma de decisiones es la instanciación del método propuesto, siendo fácilmente accesible a los profesionales para seleccionar procesos de servicios de TI.</p>
<p><b>Directriz 2:</b> relevancia del problema</p>	<p>Los autores argumentan que la relevancia del problema reside en que con el método propuesto proporciona claridad en la selección de procesos, lo cual es una tarea que en ocasiones se torna ambigua debido al alcance de los proyectos. Esta claridad se manifiesta al determinar la prioridad de los proyectos no solo en función de los objetivos comerciales sino también en torno a lo percibido por los stakeholders con base en las brechas de servicio.</p>
<p><b>Directriz 3:</b> evaluación del diseño</p>	<p>Inicialmente se empleó un análisis de los métodos de selección de procesos existentes con base en marcos teóricamente fundamentados; posteriormente, se implementó el sistema de soporte a la toma de decisiones a un caso de estudio, aplicándose para su evaluación la técnica de entrevistas semiestructuradas a los gerentes de TI de la organización del caso de estudio para conocer su percepción sobre la calidad y eficiencia de las decisiones.</p>
<p><b>Directriz 4:</b> contribuciones</p>	<p>Los investigadores indican que, con la demostración y evaluación del artefacto, se pone de manifiesto que la contribución más relevante de esta investigación estriba en que el método proporciona un soporte consistente a la toma de decisiones basadas en la evidencia para seleccionar procesos de servicios de TI en comparación con los enfoques existentes dentro y fuera del campo la gestión de servicios de TI.</p>

**Directriz 5:** rigor investigativo

El diseño y desarrollo del método de selección de procesos y a su vez la instanciación del sistema de soporte a la toma de decisiones incluye una justificación cuidadosa de cada paso, utilizando la teoría previa y la evidencia de los casos de estudio.

**Directriz 6:** diseño como un proceso de búsqueda

Los investigadores utilizaron comparaciones entre los marcos de trabajo existentes para la selección de procesos, el desarrollo de un método basado en antecedentes teóricos y la evidencia de su implementación en casos de estudio; todo en un ciclo iterativo y continuo con el propósito de desarrollar un sistema de soporte para la toma de decisiones válido y útil.

**Directriz 7:** comunicación

Los autores manifiestan que durante la investigación involucraron y contaron con la participación de profesionales y académicos del campo de la gestión de servicios de TI, obteniendo retroalimentación de los participantes para garantizar que el sistema de soporte para la toma de decisiones fuese accesible tanto para los académicos como para los profesionales y que sus salidas fuesen útiles para orientar la comunicación en la adecuada elección de procesos para la mejora de la gestión de servicios de TI.

**Fuente:** adaptado de A. Shrestha *et al.* [33]

Tabla 9

*Building cloud-based information systems lab architecture: deriving design principles that facilitate the effective construction and evaluation of a cloud-based lab environment*

Directriz	Descripción
<p><b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto</p>	<p>La investigación propone una manera para facilitar el diseño, implementación y evaluación de un prototipo de arquitectura para un laboratorio de sistemas de información y computación basado en la nube, el cual permite agregar y acceder a ejercicios de laboratorio desde cualquier lugar y en cualquier momento.</p> <p>Los investigadores afirman que la infraestructura de computación en la nube a implementar con propósitos educativos en sistemas de información contendría principalmente hardware, redes, software de sistema operativo y soporte técnico. Esta implementación contribuiría con la permanente tarea de los profesores y estudiantes de sistemas de información de estar actualizados con la arquitectura tecnológica que cambia rápidamente, al contar con acceso inalterado a equipos y componentes iguales a los utilizados en toda la industria. Este tipo de acceso se recomienda para preparar a los estudiantes para el trabajo en su profesión y para que el profesorado contribuya con la investigación al avance de la base de conocimiento relacionada con el campo.</p>
<p><b>Directriz 2:</b> relevancia del problema</p>	<p>La principal relevancia de esta investigación es que se contará con una solución tecnológica que impactará en la preparación de los estudiantes para ingresar a trabajos de administración de redes y sistemas informáticos altamente técnicos. Teóricamente, permitirá que los estudiantes mejoren sus habilidades, ya que tendrán la posibilidad de acceder al laboratorio de arquitectura basada en la nube dentro del desarrollo de sus clases universitarias y así estar en mejores condiciones de aprovechar la creciente demanda de trabajadores de TI con perfiles altamente calificados.</p>

**Directriz 3:**  
evaluación del  
diseño

Se evaluó el rendimiento de la funcionalidad del artefacto construido en este estudio a través de métodos de prueba de caja negra. Los procedimientos que se usaron para evaluar el artefacto son:

1. Verificación visual y física de la conexión de la interfaz del componente y las luces de enlace.
2. Probar la conectividad de los componentes mediante el uso de las utilidades Ipconfig, Ping y Tracert.
3. Crear cuentas de usuario de prueba y verificar la capacidad de acceso y autenticación.
4. Probar la batería de los laboratorios predefinidos y los procedimientos paso a paso desde ubicaciones remotas.
5. Monitorear / analizar la CPU, la memoria y el espacio en disco de los componentes durante las pruebas de laboratorio.
6. Medir / analizar el consumo de ancho de banda con el sistema de monitoreo de la red Catci.
7. Hacer ajustes basados en los hallazgos y repetir los pasos del 1 al 6.

Los investigadores afirman haber realizado la prueba del sistema después de la construcción inicial del artefacto basado en la topología de diseño aprobada y la selección de componentes del prototipo de arquitectura del laboratorio de sistemas de información y computación basado en la nube.

**Directriz 4:**  
contribuciones

En esta investigación, el artefacto agrega valor a la organización porque proporciona potenciales soluciones que contribuyen impactando positivamente en la preparación de los estudiantes que ingresan a la fuerza laboral en el campo de los sistemas de información, ayudándolos a mantenerse en estos trabajos altamente técnicos en la industria.

---

**Directriz 5:** rigor investigativo

En esencia, el propósito principal de la evaluación rigurosa determina si los artefactos y los métodos científicos deben cumplirse estrictamente para tomar decisiones calificadas. En este caso, se desarrollaron métodos de prueba para determinar si la arquitectura del entorno del laboratorio funcionaba de manera efectiva y admitía múltiples grupos experimentales simultáneamente. El desarrollo de artefactos utilizó procedimientos de diseño y especificaciones comprobadas para proporcionar a los estudiantes accesibilidad las 24 horas del día a un alto rendimiento y una confiable arquitectura de laboratorio basada en la nube.

---

**Directriz 6:** diseño como un proceso de búsqueda

En última instancia, el diseño del artefacto propuesto en este estudio no es más que un proceso de búsqueda con el propósito de descubrir una solución al problema en forma de derivar procedimientos y especificaciones de diseño basados en DSR que faciliten la construcción efectiva de artefactos y la evaluación de un laboratorio basado en la nube con propósitos educativos.

Los investigadores se basaron en una comprensión profunda del entorno del problema para construir artefactos innovadores similares al entorno de laboratorio basado en la nube descrito en el informe de investigación. El desafío clave en el cuadrante de mejora es demostrar claramente que la solución mejorada realmente avanza sobre el conocimiento previo y esto se demostró en esta investigación a lo largo de la construcción y evaluación del entorno de laboratorio basado en la nube.

---

**Directriz 7:** comunicación

Los investigadores afirman que el proceso de diseño, implementación y evaluación del sistema de laboratorio basado en la nube desarrollado en esta investigación, incluidas las especificaciones y procedimientos, son comunicados a través de un manual electrónico de publicación virtual (VPUB) disponible para todas las instituciones académicas en <http://ecpi.mobi/vcastle>. Así también la publicación de la disertación conteniendo la investigación, fue publicada en ProQuest Dissertations Publishing en el 2015.

---

**Fuente:** adaptado de T. Trevethan [34]

Tabla 10

*Accelerating electronic medical record adoption & innovation  
with targeted it capabilities*

Directriz	Descripción
<p><b>Directriz 1:</b> diseño como un artefacto</p>	<p>En esta investigación se cumple con aportar con cuatro tipos de artefactos: a. Constructos, la descripción del modelo de madurez de TI de atención médica (HIT-MM), b. Modelo: a través de la exploración de las relaciones entre construcciones HIT-MM, c. Métodos: reflejado en la exploración de las actividades clave para aplicar exitosamente el HIT-MM, d. Instanciación: manifestada en el análisis de resultados de la aplicación de HIT-MM a 16 hospitales.</p>
<p><b>Directriz 2:</b> relevancia del problema</p>	<p>La pregunta de esta investigación está en definir ¿Cuáles son los requisitos previos de capacidades de TI que un hospital necesita para implementar y ejecutar servicios de Tecnología de la información en salud (HIT), más específicamente sistemas de registros médicos electrónicos (EMR), para obtener mejores resultados para los pacientes? La relevancia de la pregunta reside en que en un contexto tan esencial para el paciente, esta impulsa a desarrollar un enfoque llamado Modelo de madurez de TI de salud (HIT-MM), el cual califica el nivel de adopción de un hospital para los servicios de registros médicos electrónicos (EMR); y puntúa la madurez de sus capacidades de TI para entregar y ejecutar esos servicios de EMR.</p>
<p><b>Directriz 3:</b> evaluación del Diseño</p>	<p>El modelo de madurez de TI de atención médica se evalúa utilizando una combinación de métodos: por un lado, la evaluación descriptiva (utilizando argumentos, escenarios con información de la base de conocimiento y las opiniones de expertos) y de otro lado a la evaluación observacional (utilizando un enfoque de estudio de caso múltiple). Los artefactos se evaluaron en su construcción en términos de exactitud, integridad y utilidad.</p>

---

**Directriz 4:**  
contribuciones

La investigación contribuye al describir cómo los tres ciclos en la investigación basada en las ciencias del diseño (rigor, relevancia y diseño) se aplican a la investigación de HIT. El documento también contribuye al definir los criterios de aceptación para la evaluación de los artefactos de diseño resultantes mediante la aplicación de conocimientos previos para construir artefactos científicos de diseño novedosos para el ciclo de rigor.

---

**Directriz 5:** rigor  
investigativo

El rigor se expresa en esta investigación al aplicar conocimientos previos a la construcción de nuevos artefactos de ciencia del diseño, entre estos conocimientos se consideran a la calificación de los servicios de EMR y la calificación de las capacidades de TI. Para el primer caso, se utiliza el Electronic Medical Record (EMR™) Adoption Model™ (EMRAM) y para el segundo el IT Capability Maturity Framework™ (IT-CMFTM). Además del uso unificado de los enfoques IT-CMF y EMRAM, Intel Corporation proporcionó pruebas de adopción de TI para el cuidado de la salud en tecnologías emergentes como Mobile Health, Security, Cloud y Integrated Care Delivery.

---

**Directriz 6:** diseño  
como un proceso  
de búsqueda

La primera etapa de la aplicación de HIT-MM es un taller (virtual de 2,5 horas) con el director de TI / CIO y algunos colaboradores escogidos entre el personal de TI (típicamente 4-8 participantes, sin embargo puede ser más) para realizar la evaluación del marco de madurez de capacidades de TI (IT-CMF). Los participantes respondieron preguntas sobre la madurez de la capacidad de TI, individualmente y a través de un cuestionario en línea durante el seminario web, con el facilitador dispuesto a resolver consultas a medida que estas surgían. Luego, se realizaron entrevistas individuales de seguimiento (virtual, 1 hora) para un subconjunto seleccionado de participantes en el taller para aumentar los conocimientos adicionales con los datos IT-CMF recopilados en el seminario web. Paralelamente, el hospital completó (o actualizó) su puntaje del modelo de adopción de registros médicos electrónicos (virtual, generalmente de 0.5 a 3 horas para un individuo).

En la etapa final, en función del análisis de la madurez de la capacidad de TI del hospital y de la madurez en la adopción de EMR, se presentaron a cada hospital el análisis de su capacidad de TI y las hojas de ruta de las mejoras viables.

**Directriz 7:**  
comunicación

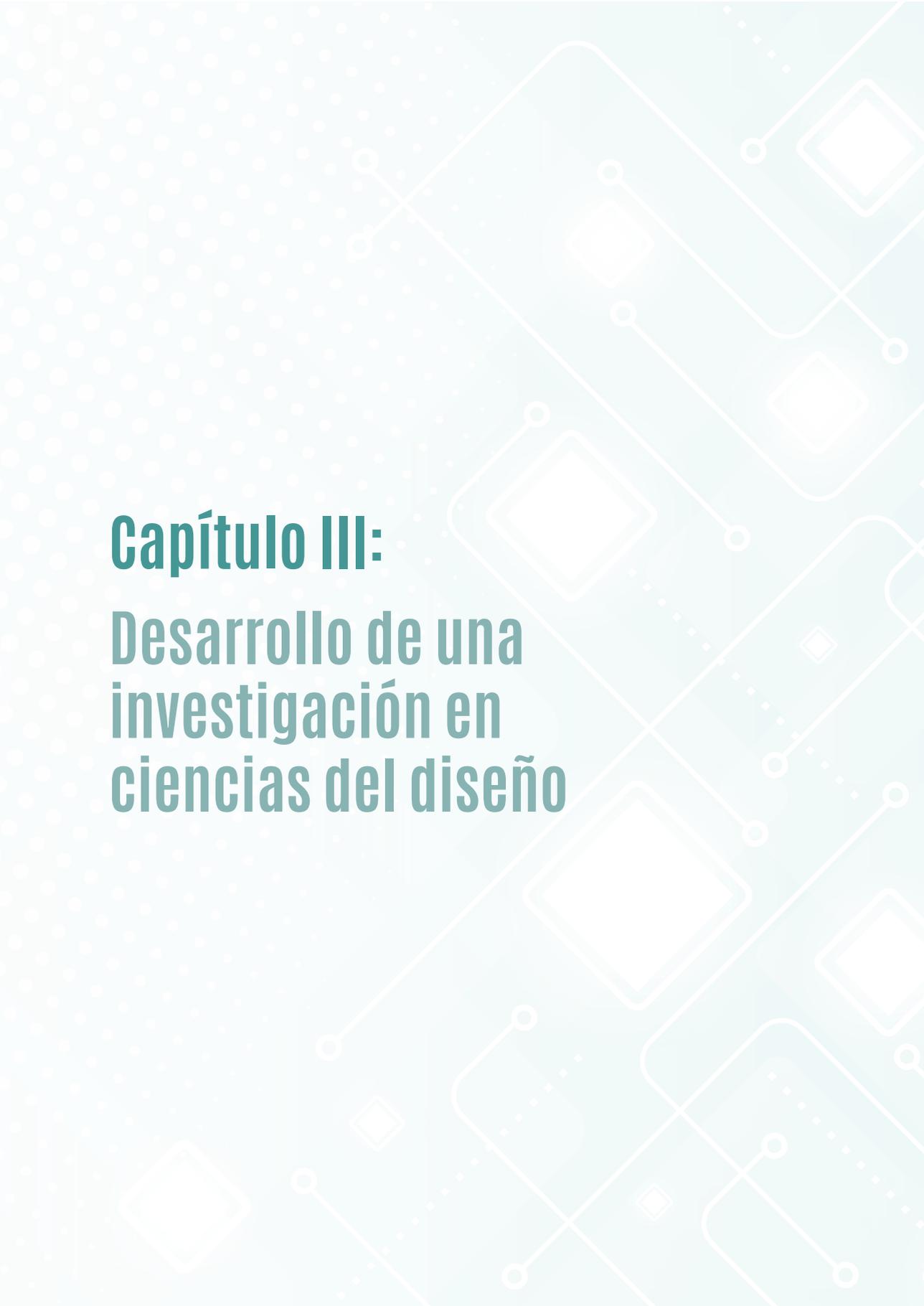
La publicación de este documento en las actas de la XXV Conferencia de la International Society for Professional Innovation Management-ISPIM sirve para dirigirse a audiencias tanto académicas como profesionales, dado el atractivo transversal general de las audiencias de ISPIM.

**Fuente:** adaptado de J. Kenneally *et al.* [35]

## Conclusiones

En este capítulo se ha deseado presentar los elementos que contextualizan una investigación basada en las ciencias del diseño. En primera instancia, se destaca el desear mejorar, exaptar o inventar como las oportunidades que nos impulsan a embarcarnos en una investigación bajo este enfoque. Por este motivo, se adopta un modo de razonar que nos ayude a impregnar con un carácter innovador y creativo a las soluciones generadas por la investigación. De los tres modos de razonar que se abordaron, se sugiere la abducción como una opción adecuada para este tipo de investigaciones. Así, también se dio a conocer que las investigaciones basadas en las ciencias del diseño generan productos a los que se les da la denominación de artefactos, pudiendo ser estos constructos, modelos, métodos o instanciaciones. Estos artefactos transcurren por dos actividades básicas de la investigación en las ciencias del diseño: la construcción y la evaluación. Cada una de ellas trae consigo una serie de subactividades para garantizar la calidad de la investigación, como lo veremos en el siguiente capítulo.

Posteriormente, continuamos con el capítulo conociendo las motivaciones que nos conducen a realizar una investigación en ciencias del diseño, pudiendo ser las mismas: la relevancia, el rigor o el diseño. Concluimos identificando las siete directrices para guiar una investigación en ciencias del diseño.



# Capítulo III:

## Desarrollo de una investigación en ciencias del diseño

## Metodología de investigación basada en las ciencias del diseño

Varios investigadores en las ciencias del diseño han brindado su versión de metodología para emprender una investigación bajo el enfoque de las ciencias del diseño. A continuación, observamos una recopilación hecha por Venable, Pries-Heje y Baskerville [36] adaptada en la tabla 11.

De todas las metodologías antes citadas, profundizaremos en el trabajo de Peffers *et al.* [39], quienes en la metodología de investigación en ciencias del diseño (DSRM) proponen seis pasos para desarrollar una investigación en el paradigma de las ciencias del diseño:

- 1. Identificación del problema y sus motivaciones.** Implica definir el problema de investigación y justificar el valor de la solución. Al definir claramente el problema, se tendrá mayor precisión y efectividad con la solución; por lo tanto, resulta útil dividir conceptualmente el problema con la finalidad de que la solución pueda reflejar la complejidad del problema. A su vez justificar el valor de la solución implica movilizar esfuerzos tanto del investigador como del público en pos de alcanzar una solución aceptando sus resultados y ayudando a comprender el razonamiento aplicado por el investigador. Esta actividad requiere conocer el estado del problema y la importancia de la solución [39].
- 2. Objetivos de una solución.** Los objetivos en DSR persiguen propósitos diferentes a los planteados en las ciencias naturales, pues mientras que en esta se trata de comprender la realidad para producir conocimiento teórico general, en las ciencias del diseño se procuran prescribir soluciones y métodos para resolver problemas reales, siendo por lo tanto de naturaleza más pragmática [44]. Tengamos presente lo que señalan Pries-Heje y Baskerville [21] sobre estos: "Los objetivos son 'para lo que sirve el sistema', su funcionalidad, o sus meta-requisitos".

**Tabla 11**  
Comparativa de metodologías de investigación basadas en las ciencias del diseño

Nombre de la metodología	Metodología de investigación de desarrollo de sistemas (SDRM)	Modelo de proceso DSR (DSRPM)	Metodología de investigación en ciencias del diseño (DSRM)	Investigación de diseño de acción (ADR)	Metodología de la ciencia del diseño de software (SDSM)	Investigación de diseño de acción participativa (PADR)	Metodología Design-based research (DBR)
Autores	Nunamaker y otros [37]	Vaishnavi y Kuechler [38]	Peffer y otros [39]	Sein y otros [40]	Pries-Heje y otros [41]	Bilandzic y Venable [42]	Allan Collins [43]
Pasos de investigación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construir un marco conceptual</li> <li>2. Desarrollar una arquitectura de sistema</li> <li>3. Analizar y diseñar el sistema</li> <li>4. Construir el sistema (prototipo)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conciencia del problema</li> <li>2. Sugerencia</li> <li>3. Desarrollo</li> <li>4. Evaluación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación del problema y sus motivaciones</li> <li>2. Definir los objetivos de una solución.</li> <li>3. Diseño y Desarrollo</li> <li>4. Demostración</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formulación del problema</li> <li>3. Reflexión y aprendizaje.</li> <li>4. Formalización del aprendizaje.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprender sobre problemas específicos.</li> <li>2. Inspirar y crear el problema general y los requisitos generales.</li> <li>3. Intuir y abducir la solución general</li> <li>4. Evaluación ex ante (General)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diagnóstico y formulación de problemas.</li> <li>2. Planificación de la acción</li> <li>3. Toma de acción: diseño general</li> <li>4. Evaluación de impacto</li> </ol>	<p>Metodología iterativa con tres procesos core:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. análisis y exploración</li> <li>2. Diseño y construcción</li> <li>3. Evaluación y reflexión.</li> </ol>

<p>5. Observar y evaluar el sistema.</p>	<p>5. Conclusión</p>	<p>5. Evaluación</p>	<p>5. Diseñar una solución específica para un problema específico.</p>	<p>5. Reflexión y aprendizaje.</p>
<p>Pasos de investigación</p>	<p>6. Comunicación</p>	<p>6. Evaluación Ex Ante (Específica)</p>	<p>7. Construir una solución específica.</p>	<p>8. Evaluación ex post</p>
<p>Paradigma</p>	<p>Ciencia, objetivista, positivista.</p>	<p>Ciencia, objetivista, positivista.</p>	<p>Sistemas, subjetivista, interpretativo.</p>	<p>Sistemas, subjetivista, interpretativo.</p>
<p>Objetivos</p>	<p>Nuevo artefacto, mejora.</p>	<p>Nuevo artefacto, mejora.</p>	<p>Nuevo artefacto, mejora, atención al cliente y relevancia.</p>	<p>Nuevo artefacto, mejora, efectividad, consenso, autonomía.</p>

**Fuente:** adaptada de J. Venable *et al.* [36]

Por su parte, Peffers *et al.* [39] afirman que los objetivos pueden ser cuantitativos en términos de apostar por una solución que produciría mejores valores que los actuales o cualitativos al esperar que un artefacto provea soluciones a problemas no tratados. Esta actividad requiere del conocimiento del estado de los problemas y la eficacia de sus soluciones.

Respecto al objetivo de la investigación llevada a cabo con el paradigma de las ciencias del diseño, otros autores indican que se trata de producir conocimiento que pueda ser aplicado a la resolución de problemas reales [44]. Por lo tanto, la naturaleza de este tipo de investigación es a menudo pragmático y aporta soluciones, es decir, el conocimiento debe ser construido para dar servicio a la acción [44, 45]. Por la importancia que tiene una buena formulación de objetivos en una investigación en ciencias del diseño, detallaremos más adelante aspectos relevantes en torno a ello.

3. **Diseño y desarrollo.** Supone la creación del artefacto, tales artefactos pueden ser, constructos, modelos, métodos o instancias [5]. En esta actividad se determinan la funcionalidad, la arquitectura y la posterior creación del artefacto. Para esta actividad se requiere conocer la teoría que respalda a la solución [39].
4. **Demostración.** Este paso implica implementar experimentos, simulaciones o trabajar con casos de estudio, pruebas u otras que correspondan con la finalidad de demostrar la eficacia del artefacto para resolver el problema. Para esta actividad se requiere del conocimiento efectivo sobre cómo usar el artefacto para solucionar el problema [39].
5. **Evaluación.** Consiste en observar y medir cuán bien responde el artefacto como solución ante el problema. Esta actividad implica comparar los resultados obtenidos por el uso del

artefacto con los objetivos de la solución. La actividad requiere conocer técnicas de análisis y métricas relevantes. Al finalizar este paso, los investigadores decidirán si deben o no volver a repetir el paso de "diseño y desarrollo" para mejorar la solución u optar por continuar con el siguiente paso que es la comunicación, indicando las mejoras de forma propositiva para futuras investigaciones [39]. Más adelante estaremos abordando algunos métodos de evaluación para ser considerados en este paso.

- 6. Comunicación.** Supone dar a conocer, cuando corresponda, en qué consistió el problema y cuál fue su importancia, al igual que la utilidad y novedad del artefacto, el rigor de su diseño y su eficacia tanto a un público compuesto por investigadores como a otro público relevante, que podría estar conformado por gerentes y profesionales en ejercicio. Para comunicar la investigación en el entorno académico, se puede utilizar el formato de una investigación tradicional, usualmente compuesto por la definición del problema, revisión de las bases teóricas, planteamiento de la hipótesis, recopilación de la información, análisis, discusión y conclusiones. La comunicación requiere conocer la cultura disciplinaria la cual está formada por el conjunto de supuestos, actitudes, conceptualizaciones, epistemologías y valores en poder de los miembros de una comunidad académica disciplinaria. Esta se transmite de forma tácita a los nuevos miembros y da forma a su visión de la naturaleza, la producción, la transmisión y el intercambio de conocimientos [39]. En el capítulo final estaremos revisando una estructura de un informe de investigación basado en las ciencias del diseño propuesto por Gregor y Jones [46].

Para una mejor representación de los pasos de esta metodología, podemos consultar la figura 5:

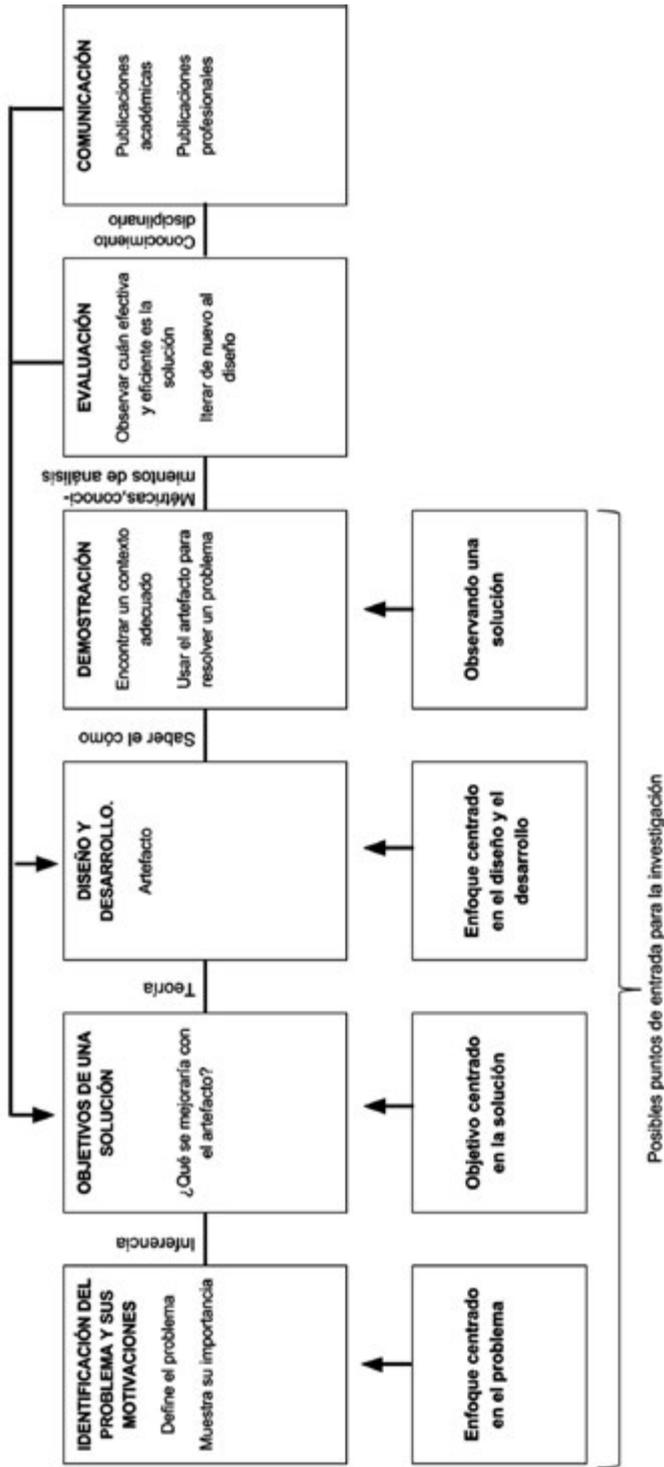


Figura 5

Metodología para desarrollar una investigación en el paradigma de las ciencias del diseño

Fuente: adaptado de Peffers et al. [39].

## Ejemplos de aplicación de la metodología DSR

**Ejemplo 1:** "Simulating the impact of an online digital dashboard in emergency departments on patients' length of stay" [47].

- 1. Identificación del problema y sus motivaciones.** Los investigadores identifican que los médicos y administradores de las áreas de emergencias carecen de un medio que les permita tener una visión integral del estado de las largas esperas de los pacientes. Además de no tener una vista de la ocupación de las áreas de hospitalización que los pueda guiar en las decisiones de hospitalización, manteniendo muchas veces a pacientes que debieron ser dados de alta, lo cual es indicado por investigaciones previas como una de las razones del hacinamiento de las áreas de emergencias.
- 2. Objetivos de una solución.** El objetivo de la solución fue proporcionar al personal de las áreas de emergencias información en línea sobre los potenciales cuellos de botella en los flujos de procesos de pacientes, que provocan esperas evitables. La información debe ser de rápida y fácil comprensión, precisa, oportuna y útil, proporcionada en un modo *push* en lugar de *pull*.
- 3. Diseño y desarrollo.** Los investigadores afirman que el diseño del artefacto siguió los principios de la experiencia del usuario (UX) siendo aprobado por un experto. Considerando en él a tres parámetros generales: número de pacientes que aún no tienen asignado un médico o una enfermera, número de pacientes asignados a un médico y número de pacientes que esperan a una enfermera. Los pacientes tienen prioridad por nivel de gravedad y tiempos de espera. En el informe se hace una detallada explicación de las pantallas diseñadas para cada caso.
- 4. Demostración.** Se demostró un prototipo del artefacto al personal del área de emergencia del hospital Beilinson para recoger sus

comentarios, con la finalidad de validar el artefacto en un contexto real. Se pidió a cuatro médicos, una enfermera y un administrador de urgencias que califican cada uno de los quince componentes del *dashboard* sobre los cuales se consultó su percepción como muy útiles, algo útiles o inútiles; haciendo algunos ajustes con base en las respuestas recogidas. También se pidió a los participantes que evaluaran la utilidad general y la facilidad de uso percibida del sistema. La utilidad general se percibió en general como "alta", y la facilidad de uso como "media".

Por otro lado, los investigadores añaden que el sistema se puede usar en una computadora portátil, computadora de escritorio o tabletas basadas en Windows.

5. **Evaluación.** Se explica que fue imposible realizar una evaluación por medio de un estudio de campo, debido a que el producto todavía era un prototipo; por lo tanto, la fase de evaluación se llevó a cabo utilizando un área de emergencias simulada, basado en datos auténticos extraídos de un servicio de emergencias real. De este se extrajeron 31.968 registros que describen a pacientes ingresados en servicios de emergencias entre el 01/05/2014 y el 23/07/2015.
6. **Comunicación.** Al respecto, los autores afirman que el prototipo y los resultados de la simulación se presentaron en una conferencia académica en Israel y al personal del área de emergencia del caso de estudio, quienes indicaron que los resultados prometedores requieren de un estudio de campo. En ese sentido, se entregó el prototipo a una empresa a cargo de un sistema hospitalario importante, para asegurar su colaboración en el avance del sistema desde el prototipo hasta el desarrollo de un producto maduro que pueda probarse en la sala de emergencias de un hospital; con la intención de probar aún más el sistema por parte de médicos reales en un área de emergencias, y luego, a la espera de resultados positivos, presentarlos a los encargados de la toma de

decisiones hospitalarias y de políticas de salud, con el fin de avanzar los cambios organizativos necesarios para la implementación de dicho sistema. Los investigadores manifestaron la intención de presentar el estudio en conferencias académicas y de publicarlo en revistas académicas y profesionales.

**Ejemplo 2:** "Learning glasses app: a smart-glasses-based learning system for training procedural knowledge" [48].

- 1. Identificación del problema y sus motivaciones.** Esta investigación inicia identificando a un problema tan presente y real en el sector industrial, como lo es el del entrenamiento en procedimientos, que es difícil de llevar a cabo usando formas de aprendizaje tradicionales.
- 2. Objetivos de una solución.** El objetivo de la solución es identificar los requisitos funcionales que describen a los sistemas de aprendizaje para el entrenamiento en procedimientos basados en gafas inteligentes.
- 3. Diseño y desarrollo.** Siguiendo la metodología basada en las ciencias del diseño, los investigadores implementaron la aplicación prototípica llamada LearningGlasses basada en los requisitos funcionales identificados anteriormente.
- 4. Demostración.** Para probar si la aplicación prototípica desarrollada basada en gafas inteligentes era capaz de apoyar a el entrenamiento en procedimientos, los investigadores mostraron la aplicación LearningGlasses a un grupo de 31 evaluadores en un experimento de laboratorio.
- 5. Evaluación.** Como ya se indicó en esta investigación, se realizó un experimento de laboratorio con 31 participantes simulando un escenario de aplicación con circunstancias reales. Durante la simulación, todos los participantes pudieron probar intensamente la aplicación. Luego, los investigadores

interrogaron a todos los participantes utilizando un cuestionario cuantitativo en papel basado en el modelo de aceptación de tecnología propuesta por Davis *et al.* [49]. El modelo de aceptación tecnológica se utilizó para evaluar la facilidad de uso, la utilidad percibida y la intención de uso de la aplicación LearningGlasses.

- 6. Comunicación.** Se comunicaron los resultados de la investigación a través de un documento con características de acta de conferencia publicado en la European Conference on e-Learning del año 2017.

**Ejemplo 3:** "Evaluating the value of enterprise resource planning in home care services" [50].

- 1. Identificación del problema y sus motivaciones.** La investigación comenzó con discusiones preliminares con la organización del caso de estudio sobre los desafíos de la atención domiciliaria. Se utilizó a la observación para familiarizarse con los problemas de la atención domiciliaria y los métodos de trabajo en el campo de la atención domiciliaria.
- 2. Objetivos de una solución.** En la segunda fase de la investigación, el objetivo era revisar la literatura sobre el papel del ERP en la cadena de servicios y aclarar cómo puede apoyar el flujo de trabajo y la planificación de recursos. Después de esto y de acuerdo con los objetivos de investigación, se realizó el estudio de la medición de ERP. La revisión de la literatura (balanced scored card - BSC, planificación de recursos) y las entrevistas a tres niveles de personal proporcionaron información para crear el BSC real y los modelos de proceso.
- 3. Diseño y desarrollo.** En la tercera fase los investigadores crearon los constructos (modelos de proceso, BSC) eligiendo el desarrollo iterativo. Esto significa que los primeros borradores de los constructos se presentaron a los empleados de la organización

del caso en estudio y con base en sus comentarios, se hicieron modificaciones.

4. **Demostración.** El potencial beneficio del sistema se demostró mediante el uso de una simulación de eventos discretos. Al mismo tiempo, podrían destacarse las relaciones esenciales de causa y efecto en el BSC: una efectiva planificación de visitas puede conducir a un aumento del tiempo en la atención al cliente.
5. **Evaluación.** La evaluación del constructo, particularmente el BSC, se realizó con el administrador de atención domiciliaria en la organización del caso. Después de la evaluación, se hicieron adiciones menores para cada nivel en el BSC.
6. **Comunicación.** La elaboración del BSC fue presentada a la organización del caso de uso para su desarrollo y posterior uso. Este informe supuso la presentación de los resultados a la comunidad académica a través de The European Conference on Information Systems Management del año 2013.

**Ejemplo 4:** "Designing a prototype training environment for physiotherapists building on advanced gaming technologies" [51].

1. **Identificación del problema y sus motivaciones.** Los investigadores se preguntan ¿cómo implementar técnicas innovadoras de gamificación y tecnologías de juego en línea para crear un entorno inmersivo para mejorar la formación de profesionales médicos y que además que rompa con los esquemas tradicionales de enseñanza? Esta pregunta desencadenó una pregunta y motivación centradas en el concepto denominado Gamepharm que se basa en las tecnologías de código abierto del mundo virtual, enriquecido con módulos de juegos de realidad aumentada y ocio, para ofrecer una solución que mejore la experiencia de capacitación a fisioterapeutas y en la cual los objetivos de aprendizaje se entrelazan perfectamente con los objetivos del juego.

**2. Objetivos de una solución.** De acuerdo con los investigadores, fueron varios los objetivos planteados para la solución:

- diseñar un programa de ejercicios y entrenamiento para fisioterapeutas para ayudarlos a mejorar el equilibrio y la fuerza de sus pacientes.
- capacitarlos en terapias de movimiento y equilibrio: parte inferior del cuerpo, actividades para caminar y otros.
- construir juegos digitales para ofrecer un entorno educativo mejorado, efectivo, no amenazante, divertido y educativo, con un mayor compromiso y satisfacción de los estudiantes.
- relacionar el contenido, el entretenimiento, la educación tanto como sea posible y así también el razonamiento (por ejemplo, juegos que incluyen resolución de rompecabezas y lógica) para aumentar la retención y la transferencia de conocimiento.
- enfatizar en el aprendizaje experimental (es decir, aprender a través de la reflexión sobre el hacer) y la dinámica interpretativa de la experiencia de aprendizaje.
- ayudar a los fisioterapeutas a través del entorno del juego a participar y experimentar en escenarios inspirados en la vida real.
- proporcionar un entorno más seguro y un contexto motivador para el desarrollo de habilidades.

**3. Diseño y desarrollo.** Los investigadores prefirieron integrar tecnologías de código abierto para implementar el ambiente de simulación y mundo virtual, para proporcionar a los participantes un auténtico escenario de juego simulado en el cual sumergirse. La arquitectura de la tecnología GAMEPHRAM consiste en varios subsistemas que se integran juntos para proporcionar al usuario una experiencia completa y motivadora:

- Un entorno simulado de código abierto de un mundo virtual.
  - Un entorno de juego virtual basado en realidad aumentada para aprendizaje profesional y adquisición de habilidades.
  - Un motor de gestión de usuarios y perfilado.
  - Tecnologías avanzadas de realidad aumentada / realidad virtual.
4. **Demostración.** A través de una implementación piloto para la validación de la solución.
  5. **Evaluación.** Los investigadores hacen referencia que se utilizará pruebas de laboratorio y estudios piloto. Estos ensayos demostrarán la eficacia del sistema propuesto para proporcionar una mejor capacitación a los fisioterapeutas en situaciones reales.
  6. **Comunicación.** Se siguieron la recomendación de escribir considerando a auditorios técnicos y académicos publicándose esta investigación a través de las Actas de la 17th European Conference on e-Learning del año 2018.

**Ejemplo 5:** "A framework for developing a domain specific business intelligence maturity model: Application to healthcare" [52].

1. **Identificación del problema y sus motivaciones.** Los investigadores abordaron esta etapa en dos procesos: a. Evaluar la complejidad del entorno del negocio para tener una comprensión profunda del *core* del negocio, es decir, leyes, regulaciones, partes interesadas internas y externas y fuerzas impulsoras. b. Revisar los modelos de madurez de *business intelligence* existentes para determinar si las complejidades del entorno del negocio pueden captarse en un modelo de madurez de BI existente a través de la creación de un análisis de brechas.
2. **Objetivos de una solución.** Asimismo, los investigadores establecieron que los objetivos de la solución se centrarán en: a.

Desarrollar requisitos del problema para un modelo de madurez de BI específico para las organizaciones de atención médica. b. Validar los requisitos del problema en relación con el contexto empresarial.

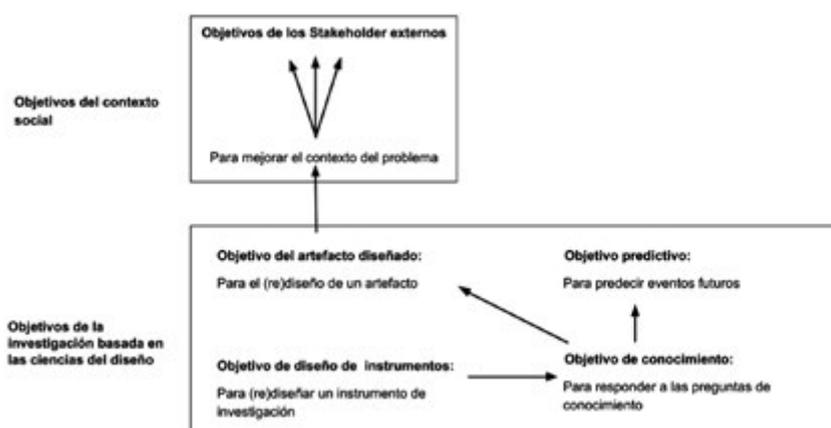
3. **Diseño y desarrollo.** En esta etapa, la atención estuvo en diseñar el modelo de madurez que incluyó procesos centrales, dimensiones y niveles. El desarrollo fue de forma iterativa hasta satisfacer todos los requisitos, las iteraciones continúan hasta que el modelo se considera completo.
4. **Demostración.** Habiéndose completado el proceso iterativo, se procedieron a evaluar los requisitos iniciales del problema comparándolos con los resultados del desarrollo del modelo de madurez. Demostrándose la utilidad en la implementación del modelo en un caso real para determinar si el modelo demuestra los resultados proyectados.
5. **Evaluación.** De acuerdo con los investigadores al demostrar la utilidad en la fase anterior, se puede crear una herramienta de evaluación de madurez poniendo a prueba su uso dentro del dominio empresarial, con la finalidad de evaluar las dimensiones y los niveles de madurez definidos para cada dimensión.
6. **Comunicación.** Los investigadores hicieron la presentación de la investigación teniendo en cuenta los dos tipos de auditorios a los que debían dirigirse: a. La audiencia orientada a la tecnología necesita suficientes detalles para comprender el marco de trabajo, así como el proceso de creación y evaluación del modelo de madurez de BI específico para las organizaciones de atención médica. b. La audiencia orientada a la gestión necesita comprender cómo el modelo de madurez puede convertirse en una herramienta de evaluación que luego pueda usarse para evaluar la madurez de BI dentro de su organización. En este contexto, también es importante que los gerentes entiendan qué

tipo de estrategias de BI pueden hacer que sus organizaciones evolucionen de un bajo hacia un alto nivel de madurez.

## Formulación de los objetivos

Como indica Tamayo [53], los trabajos de investigación son evaluados por el logro de sus objetivos, por lo tanto, este debe ser un enunciado claro y preciso, afirmación que es altamente compatible con una investigación en ciencias del diseño, pues generalmente el objetivo describe "para lo que sirve el artefacto" [21].

Wieringa [54], considera que en el planteamiento del objetivo de una investigación intervienen otros objetivos subyacentes. Cada uno se debe analizar para lograr una formulación coherente; por este motivo, nos presenta una estructura para el planteamiento de objetivos en una investigación basada en el paradigma DSR (Figura 6). Contempla dos contextos a considerar: el social y el de la investigación en ciencias del diseño, el cual a su vez contiene cuatro objetivos a observar: el predictivo, el de conocimiento, el de los instrumentos y el del artefacto.

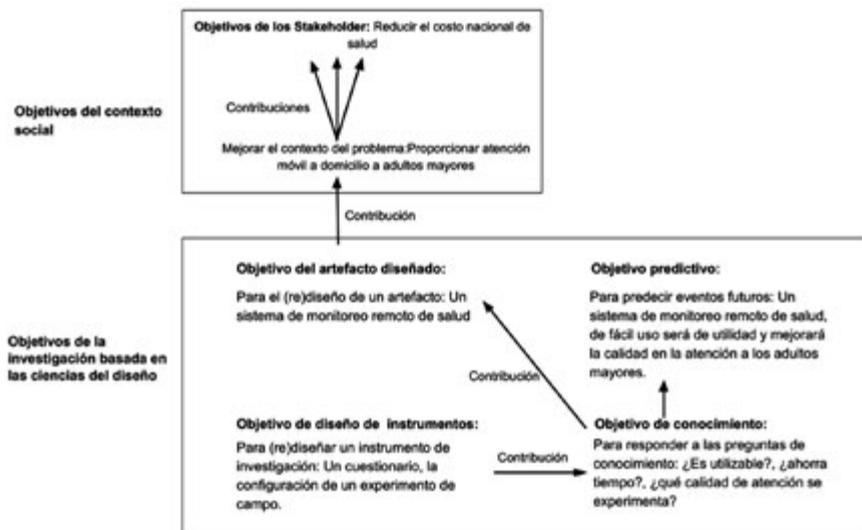


**Figura 6**

*Estructura para el planteamiento de objetivos en una investigación basada en el paradigma DSR*

**Fuente:** adaptado de R. Wieringa [54].

Pasamos a analizar la estructura en detalle iniciando desde el objetivo predictivo. En él, una predicción es una creencia acerca de qué sucederá en el futuro, una hipótesis que resultará ser verdadera o falsa. Para hacer una predicción se necesita tener una base de conocimiento. Por lo tanto, los objetivos de conocimiento se utilizan para describir el fenómeno y explicarlo. Por ejemplo, un objetivo de conocimiento podría describir qué sucederá cuando un artefacto interactúe con un contexto para explicarlo con base en su funcionamiento interno. Para dar respuesta a las preguntas de conocimiento, algunas investigaciones en ciencias del diseño plantean instrumentos, por ejemplo, cuestionarios para recoger opiniones de los usuarios. En ello se enfocan los objetivos de diseño de instrumentos. Finalmente, los objetivos del artefacto diseñado apuntan a mejorar el desempeño de los artefactos en el contexto, este objetivo a su vez procura resolver o mitigar los problemas en el contexto social en el cual se haya presentado. En la figura 7 se ilustra a esta estructura con un ejemplo:



**Figura 7**

*Estructura para el planteamiento de objetivos, reflejadas en un ejemplo*

**Fuente:** adaptado de R. Wieringa [54].

Los ejemplos que a continuación citamos hacen presumir que acogieron estas recomendaciones en la formulación de sus objetivos generales:

**Ejemplo 1:**

Desarrollar un marco para respaldar la implementación de una solución de gestión de reglas de negocio desde una perspectiva organizacional [55].

**Ejemplo 2:**

Aumentar el nivel de abstracción del desarrollo de aplicaciones para el internet de las cosas, examinando los componentes conceptuales de S2aaS, proponiendo un marco de arquitectura integral que pueda implementarse [56].

**Ejemplo 3:**

Desarrollar analíticamente un modelo de referencia para ingeniería de redes de alto valor, capaces de crear servicios de datos móviles innovadores [57].

**Ejemplo 4:**

Utilizar el enfoque de la arquitectura empresarial para definir una arquitectura con las motivaciones, principios, conceptos en los términos de ITIL para realizar la gestión de servicios de TI [58].

## Métodos de evaluación

Como ya hemos visto en apartados anteriores, la evaluación es un elemento fundamental en una investigación en ciencias del diseño debido a que el artefacto creado debe proporcionar utilidad para el problema especificado [5] y esto ha sido rigurosamente comprobado (Directriz 3).

Los criterios de evaluación de un artefacto son propuestos por March y Smith y luego retomados y organizados por Sonnenberg y Vom Brocke [20, 59]. En la siguiente tabla, se puede apreciar una sistematización de los criterios a utilizar según el artefacto a evaluar:

**Tabla 12**

*Criterios de evaluación de un artefacto*

<b>Criterio</b>	<b>Constructo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Método</b>	<b>Instanciación</b>
Integridad	X	X		
Facilidad de uso	X		X	
Eficacia				X
Eficiencia			X	X
Elegancia	X			
Fidelidad con los fenómenos del mundo real		X		
Generalidad			X	
Impacto en el medio ambiente y en los usuarios del artefacto				X
Consistencia interna		X		
Nivel de detalle		X		
Operacionalidad			X	
Robustez		X		
Simplicidad	X			
Comprensibilidad	X			

**Fuente:** adaptada de C. Sonnenberg, C y J. vom Brocke [59]

Apreciemos que los criterios de evaluación de un artefacto dependen de los tipos de artefactos a evaluar, sin embargo, esto no limita al investigador a utilizarlos *exclusivamente* en lo recomendado. Por ejemplo, nos remiten a considerar los numerosos métodos de desarrollo de sistemas de información en los que se puede evaluar su integridad, consistencia, facilidad de uso y la cantidad de resultados obtenidos por los analistas que aplican el método [20].

Como lo detallan Vaishnavi y Kuechler [38], la evaluación contiene una subfase analítica en la cual se realizan las hipótesis sobre el comportamiento del artefacto. Esta subfase expone una fluidez epistémica que contrasta claramente con una interpretación estricta de la postura positivista, mientras que en la investigación positivista el análisis confirma o contradice una hipótesis, considerando excepcionalmente algunas recomendaciones a trabajos futuros. Posteriormente, la investigación se da por concluida. En la investigación basada en las ciencias del diseño, por el contrario, el trabajo recién está iniciando, pues raramente las hipótesis iniciales referentes a comportamientos son totalmente confirmadas. En su lugar, los resultados de la fase de evaluación y la información adicional obtenida en la construcción y el funcionamiento del artefacto se reúnen y alimentan a su vez, a una nueva ronda de sugerencias. Las hipótesis explicativas, que son bastante amplias, raramente se descartan; más bien se modifican para estar de acuerdo con las nuevas observaciones. Aquello sugiere un nuevo diseño, frecuentemente precedido por una nueva investigación bibliográfica en las direcciones sugeridas por las desviaciones del rendimiento teórico [38].

En la siguiente tabla recogemos a la principal clasificación de métodos para evaluar artefactos propuesta por Hevner *et al.* [5]

Tabla 13

Métodos para evaluar los artefactos de una investigación en ciencias del diseño

Forma de evaluación	Métodos propuestos
Observacional	<p>Estudio de caso: estudiar el artefacto existente o no, en el fondo en el entorno empresarial.</p> <p>Estudio de campo: monitorear el uso del artefacto en múltiples proyectos.</p> <p>Estos estudios pueden incluso proporcionar una evaluación más amplia del funcionamiento de artefactos, estableciendo así una conducción de investigación método mixto.</p>
Analítico	<p>Análisis estático: examinar la estructura del dispositivo de cualidades estáticas (por ejemplo, complejidad).</p> <p>Análisis arquitectónico: estudiar el dispositivo apropiado en una perspectiva técnica de los sistemas de información.</p> <p>Optimización: Para demostrar las propiedades óptimas inherentes al artefacto o bien proporcionar. Los límites de optimización limitan el comportamiento del dispositivo.</p> <p>Análisis dinámico: el dispositivo durante su uso para evaluar sus cualidades dinámicas (por ejemplo, el rendimiento, el desempeño, la performance).</p>
Experimental	<p>Experimento controlado: supone estudiar el artefacto en un ambiente controlado para comprobar sus cualidades (por ejemplo, la facilidad de uso).</p> <p>Simulación: ejecutar el artefacto con datos artificiales.</p>
Pruebas	<p>Pruebas funcionales (caja negra): Ejecutar las interfaces del dispositivo para descubrir posibles fallos e identificar defectos.</p> <p>Prueba estructural (caja blanca): realizar cobertura de las pruebas de algunas métricas de implementación del artefacto (por ejemplo, caminos de ejecución).</p>
Descriptivo	<p>Argumentación informada: utilizando la información de las bases de conocimiento para construir un argumento convincente acerca de la utilidad del artefacto.</p> <p>Escenarios: construir escenarios detallados alrededor del artefacto para demostrar su utilidad.</p>

**Fuente:** adaptada de A. Hevner *et al.* [5]

A su vez, Vaishnavi y Kuechler [38] consideran las siguientes formas de evaluación y validación de artefactos:

Empiezan por la demostración, que proporciona la forma más débil de validación. Sin embargo, es apropiada si la solución es nueva y resuelve un problema para el cual no existen aún soluciones. En el otro extremo está la demostración matemática, ya que ofrece la forma más firme de validación. La fortaleza del razonamiento lógico depende de la solidez y precisión de sus argumentos y suposiciones, y es generalmente una alternativa o un complemento al uso de la experimentación y simulación que, a su vez, son útiles cuando el problema es complejo y no es susceptible a una demostración matemática. El empleo de métricas de uso es valioso en la experimentación, la simulación y las demostraciones matemáticas, pues ayudan a cuantificar las suposiciones sobre la solución. Los benchmarking o comparaciones son una forma más débil de las métricas de uso y son útiles junto con la experimentación y simulación. Esta forma se emplea cuando no se dispone de métricas adecuadas o éstas no están disponibles.

A continuación, presentamos algunos ejemplos de métodos para la evaluación de artefactos.

## Ejemplos de métodos para la evaluación de los artefactos

### Ejemplo 1

“Un marco de trabajo basado en tecnologías de la web semántica para la verificación de contratos entre componentes de software” - A semantic web technologies-based framework for verifying the contracts among software components

En su tesis doctoral, Castillo [60] hace uso de criterios de evaluación al hacer comparación de los prototipos desarrollados de Chichén-Itzá v3.0

e Itzamná v2.0 con un software de dominio público con características similares, como el editor de ontologías de Protégé v4.1, obteniendo también la justificación de la portabilidad de los prototipos, la reusabilidad del prototipo de Chichén-Itzá v1.0 así como la flexibilidad y adaptabilidad de Chichén-Itzá v1.0

Para la evaluación del prototipo, se tomó como base, las sugerencias de Hevner *et al.* [5], de las cuales se seleccionó la forma de evaluar experimental y pruebas. En el caso de la forma de evaluar experimental, se utilizó un experimento controlado, con sustento en el modelo basado en componentes del cajero automático. De esta forma de evaluar se realizó también una simulación, donde se definieron los contratos para un sistema de cajero automático (ATM) basado en 5 componentes de software, generando archivos de especificación de componentes en CORBA-IDL++ con un número diferente de métodos y sus contratos respectivos, los cuales se generaron aleatoriamente.

## Ejemplo 2

"Sistema de apoyo al proceso de conformación adaptada de equipos de trabajo en un ambiente colaborativo: MATEO" [61]

MATEO es un software para la implementación de equipos de trabajo, el cual toma como base los perfiles de trabajo colaborativo. Para validar el sistema MATEO, se aplicó el método de evaluación a través de pruebas con los siguientes tres tipos de prueba: la implementación, calidad y usabilidad. Las pruebas funcionales se basaron en la ejecución de las funcionalidades del sistema planteadas en el modelo de conformación de equipos. Para este tipo de pruebas se manipularon intencionalmente un conjunto de variables independientes con el fin de analizar los resultados que dicha manipulación tenía sobre las variables dependientes dentro de una situación de control.

MATEO se comparó con otro sistema generador de equipos de trabajo que realiza optimización para aplicar el tipo de pruebas de comparación. De este modo, se observó qué tan correlacionados estaban los equipos

conformados por MATEO con el equipo a comparar que cumplió la función objetivo del sistema generador de equipos. En dicha correlación se demuestra qué tan lejos o cerca se encuentran los equipos conformados por MATEO con respecto al equipo equilibrado resultado del sistema generador.

También se aplicó la forma de evaluar experimental a través de un preexperimento, el cual se realizó con el estudio de un caso con una sola medición, no se necesitó de una referencia previa del nivel que tenía el equipo de estudio (antes del estímulo) en las variables que se evaluaron. Se tomó este tipo de experimento como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad. Para esto, se desarrolló una encuesta a los estudiantes que participaron en un experimento piloto al cual llamaron AYLLU, dentro del cual se configuraron equipos de trabajo. Así también se realizó la misma encuesta al profesor a cargo de la asignatura para recoger su apreciación sobre la dinámica de los equipos desde su formación. Al tener respuestas de ambos involucrados, se triangularon sus respuestas para observar desde las dos perspectivas el mismo proceso.

### **Ejemplo 3**

"Design and Evaluation of a Smart-Glasses-based Service Support System" [62]

El sistema de soporte de servicios basado en gafas inteligentes diseñado en esta investigación evaluó la intención de uso a través de la utilidad y facilidad de uso percibidas. En total, 105 personas participaron en la encuesta basada en el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM), previamente se hizo la demostración del prototipo y posteriormente la encuesta ante el grupo de participantes. En resumen, los resultados de la evaluación del sistema fueron positivos.

## Estructura de un informe de investigación basado en las ciencias del diseño

La comunicación de los resultados de una investigación en ciencias del diseño es indispensable, tal y como lo indica la directriz 7. Esta comunicación debe estar pensada para dos tipos de audiencias: las que tienen formación técnica y las que tienen formación gerencial. La estructura de un informe de investigación basado en las ciencias del diseño no tendría por qué ser muy diferente de una investigación convencional o tradicional; la diferencia estaría en que los capítulos que componen al informe se enfocan en detallar cómo se construyó el artefacto en función a los principios teóricos subyacentes, encaminando a una hipótesis sobre su posible comportamiento [46] mientras que en un artículo convencional se describen los resultados de un experimento, una encuesta o estudio de caso realizados en un estudio empírico estándar. En ambos casos, estos capítulos contienen las "evidencias" que son la base para las afirmaciones de conocimiento en las investigaciones.

En función a los tipos de artefactos propuestos por March y Smith [20], los métodos de evaluación [5] y la contribución que el artefacto estuviese aportando al conocimiento [7], Dinter y Krawatzek [63] proponen un cuadro morfológico de los parámetros de configuración para un esquema de publicación en las ciencias del diseño que, dependiendo de los elementos anteriormente mencionados, permite diferenciar dos tipos de alcances: genérico y especializado.

**Tabla 14**  
Cuadro morfológico de los parámetros de configuración para un esquema de publicación en las ciencias del diseño

Tipo de artefacto	Constructo			Teoría		Instanciación			Método			Modelo		
	Investigación acción	Caso de estudio	Experimento controlado	Entrevista a expertos	Experimento de campo	Focus group	Prueba formal	Argumentación informada	Escenario	Simulación	Encuestas			
Tipo de contribución al conocimiento	Exaptación			Mejora		Inventiva			Inventiva			Diseño de rutina		
Alcance	Genérico			Genérico			Dominio específico			Dominio específico				

**Fuente:** adaptada de B. Dinter y R. Kravatzek [63]

Los autores plantean además un interesante esquema para presentar a las investigaciones desarrolladas con este paradigma. Ellos consideran que el esquema debe ser adaptado a los dos posibles alcances: genérico y especializado (dominio específico) y en función a ello presentan las siguientes dos configuraciones:

**Tabla 15**

*Comparación de dos esquemas tomados como ejemplo para una publicación en las ciencias del diseño*

Ejemplo del esquema 1 Genérico	Ejemplo del esquema 2 Especializado
1. Introducción <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Situación problemática y formulación del problema</li> <li>▪ Motivación/relevancia</li> <li>▪ Objetivo y preguntas de la investigación</li> <li>▪ Estructura del documento de investigación</li> </ul>	1. Introducción <ul style="list-style-type: none"> <li>Situación problemática y formulación del problema</li> <li>Motivación/relevancia</li> <li>Objetivo y preguntas de la investigación</li> <li>Estructura del documento de investigación</li> </ul>
2. Revisión de la literatura <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Visión general sobre el estado del arte</li> <li>▪ Referencias utilizadas</li> <li>▪ Hallazgos e implicaciones</li> </ul>	2. Revisión de la literatura <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Visión general del estado del arte del tema en específico               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Referencias utilizadas</li> </ul> </li> <li>2.2. Visión general acerca del estado del arte del tema en general               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Referencias utilizadas</li> </ul> </li> <li>2.3. Artefactos existentes (utilizados en la exaptación)               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Referencias utilizadas</li> </ul> </li> <li>2.4. Hallazgos e implicaciones</li> </ul>
3. Método <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Justificación del uso de DSR</li> <li>3.2. Método para el diseño del modelo</li> <li>3.3. Experimento de campo planeado</li> </ul>	3. Método <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1. Justificación del uso de DSR</li> <li>3.2. Método para el diseño del método</li> <li>3.3. Caso de estudio previsto</li> </ul>

- |  |  |
|--|--|
| 4. Descripción de los artefactos (modelo) <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Notación (construcciones) utilizada para la descripción</li><li>▪ Descripción del modelo</li></ul>                             | 4. Descripción del artefacto (método) <ul style="list-style-type: none"><li>4.1. Resultados / entregables</li><li>4.2. Actividades</li><li>4.3. Técnicas</li><li>4.4. Roles</li></ul>  |
| 5. Evaluación <ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Descripción del entorno</li><li>5.2. Variables dependientes y dependientes</li><li>5.3. Observaciones</li><li>5.4. Conclusión e Implicaciones</li></ul> | 5. Evaluación <ul style="list-style-type: none"><li>5.1. Asunto o problema estudiado</li><li>5.2. Métodos usados para la recopilación de datos</li><li>5.3. Resultados de los datos recopilados y analizados</li><li>5.4. Conclusión e implicaciones</li></ul> |
| 6. Discusión <ul style="list-style-type: none"><li>▪ ¿Por qué el modelo diseñado es una mejora?</li><li>▪ Limitaciones de trabajo</li></ul>  | 6. Discusión <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Elementos del método del tema en específico</li><li>▪ ¿Por qué el método diseñado es una mejora?</li><li>▪ Limitaciones de trabajo</li></ul>  |
| 7. Conclusión <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hallazgos resumidos</li><li>▪ Trabajos futuros</li></ul>   | 7. Conclusión <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Hallazgos resumidos</li><li>▪ Trabajos futuros</li></ul>   |

---

**Fuente:** adaptada de B. Dinter y R. Kravatzek [63]

Por otro lado, Gregor y Jones [46] proponen un solo tipo de esquema que tiene ocho secciones o capítulos, las cuales han sido esquematizadas en la tabla 16.

Tabla 16

*Esquema para un informe de investigación basado en las ciencias del diseño*

Secciones o capítulos	Contenido
1. Introducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El propósito u objetivo y el alcance de la teoría.</li> <li>▪ Definición de constructos</li> <li>▪ Motivación, significado, esquema del artículo.</li> </ul>
2. Revisión de la literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lo que se sabía sobre estos sistemas antes de comenzar la investigación (es decir, la teoría del diseño anterior), incluidos sistemas existentes similares.</li> <li>▪ Problemas, brechas en el conocimiento y razones para una nueva teoría necesaria.</li> </ul>
3. Metodología de investigación	Descripción de la ciencia del diseño. Muchos artículos existentes en Ingeniería de Software e Informática omiten este componente.
4. Base del conocimiento	Teorías de los sistemas de información, ciencias naturales y sociales que informa la teoría del diseño. La colocación de este componente es discutible, porque también podría estar en la sección 2 o 5.
5. Especificación del artefacto diseñado	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metarrequisitos: Propósito u objetivo de la clase de artefactos abordados por la teoría.</li> <li>▪ Proceso por el cual los diseñadores llegaron a su solución.</li> <li>▪ Principios de forma y función.</li> <li>▪ Consideración de "mutabilidad de artefactos"; la cual está relacionada con el rápido ritmo de los cambios tecnológicos recientes, para ahondar más sobre este constructo consultar [22].</li> <li>▪ Principios de implementación.</li> <li>▪ Propuestas de diseño comprobables.</li> </ul>
6. Instanciación	Descripción del sistema o método usado en la elaboración del artefacto.
7. Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Describir las pruebas hechas al sistema y los métodos usados.</li> <li>▪ Evaluar en comparación con los criterios de validación de un artefacto.</li> </ul>
8. Discusión y conclusión	Resumir el trabajo y los hallazgos, discutir las limitaciones, establecer la importancia.

**Fuente:** adaptada de S. Gregor y D. Jones [46]

## Principios éticos relacionados con la investigación en ciencias del diseño

Los investigadores en ciencias del diseño deben tener presente algunos criterios éticos en el diseño de los artefactos creados. A pesar de que no existen muchas investigaciones sobre el tema, los documentos que a continuación citamos nos proporcionan principios bastante significativos a ser considerados en nuestras investigaciones:

### *Los seis principios de Myers y Venable*

Myers y Venable exponen seis principios esenciales para la investigación en ciencias del diseño, basados en una selección limitada de un conjunto de fuentes que están estrechamente relacionadas con la experiencia de investigaciones publicados en artículos de revistas de sistemas de información y la tecnología computacional [64].

#### **1. Principio ético: el interés público**

Los investigadores en ciencias del diseño deben identificar los beneficios o daños que el artefacto puede generar a las partes interesadas, buscando equilibrar las necesidades del investigador, el cliente y los usuarios en general. En esta situación, las pruebas de calidad y el testeado del artefacto son la solución, ya que son la forma perfecta de disminuir los riesgos, errores y consecuencias del uso del artefacto al que se puede exponer al usuario, buscando lograr resultados satisfactorios y profesionales. Es necesario considerar también los principios de seguridad y salud, entre otros.

#### **2. Principio ético: consentimiento informado**

Los investigadores de ciencias del diseño deben obtener el consentimiento informado de cualquier persona que de alguna manera participa en el proyecto de investigación. Su participación

debe ser siempre libre y voluntaria. Los participantes deben estar de acuerdo con ser informantes, expresando su voluntad de ser partícipes en la investigación y conocer que la información recolectada durante la investigación puede ser utilizada por los investigadores del proyecto durante el desarrollo de la investigación.

### **3. Principio ético: privacidad**

Los investigadores de la ciencia del diseño deben asegurar que existan las garantías adecuadas para proteger la privacidad de las personas directamente involucradas con el proyecto de investigación, así como de los usuarios del artefacto creado.

### **4. Principio ético: honestidad y precisión**

Los investigadores de la ciencia del diseño no deben plagiar ideas, sino reconocer siempre la fuente de información. También se debe informar con honestidad los hallazgos de investigación sobre el nuevo artefacto.

### **5. Principio ético: propiedad**

Los investigadores de ciencias del diseño deben asegurarse de que exista un acuerdo sobre la propiedad de la propiedad intelectual desde el inicio del proyecto y durante el transcurso del proyecto, hasta finalmente coordinar qué derechos tiene el investigador para publicar los hallazgos.

### **6. Principio ético: calidad del artefacto**

Tomando en cuenta que la calidad es la medida que corresponde a un producto en cuanto a las especificaciones diseñadas y que concuerden con las exigencias del mismo, para satisfacer necesidades implícitas o explícitas del usuario, los investigadores de ciencias del diseño deben garantizar la calidad de los artefactos. De este modo, han de desarrollar un conjunto de pruebas que deben culminar con las pruebas de aceptación, para que el cliente

esté conforme con el artefacto que se elaboró, que cumpla con sus expectativas y se compruebe que funcione correctamente en el entorno real para el cual fue diseñado el artefacto. Por ejemplo, en situaciones críticas para la seguridad, el diseño del artefacto debe incluir una evaluación y pruebas que sean lo suficientemente rigurosas para garantizar la seguridad en el uso.

## *Los cuatro principios éticos de Mason*

A su vez, Mason [65] identifica cuatro principios éticos y los denomina con el acrónimo PAPA, que se refiere a la privacidad, la precisión, la propiedad y la accesibilidad.

1. La privacidad se refiere a las condiciones y garantías con las que cuenta una persona o una organización para compartir la información con los demás. Para el caso de los sistemas de información, es la capacidad que una organización o persona tiene para determinar qué datos en un artefacto pueden ser compartidos con terceros. Se plantean algunas preguntas que cuestiona preocupación por la privacidad: ¿Qué información se debe exigir a uno para divulgar sobre sí mismo a los demás, bajo qué condiciones y con qué garantías? Y ¿Qué cosas pueden guardar las personas para sí mismas y no verse obligadas a revelar a los demás?
2. La precisión se refiere a la exactitud, veracidad, autenticidad y fidelidad de la información. La precisión se da cuando la información no tiene error y no produce dudas en la persona quien la utiliza.

Para cuestionar por la precisión, Mason plantea las preguntas de: ¿Quién es responsable de la autenticidad, fidelidad y precisión de la información? Y ¿Quién será responsable de los errores en la información y cómo se reparará a la parte perjudicada?

3. Para Mason, uno de los problemas más complejos que enfrenta la sociedad es el tema de los derechos de propiedad intelectual. El autor presenta las siguientes interrogantes relacionadas con la propiedad: ¿Quién posee la información?, ¿Cuáles son los precios justos y razonables para su intercambio?, ¿Quién es el propietario de los canales a través de las cuales se transmite la información?, ¿Cómo se debe asignar el acceso a estos recursos?
4. La accesibilidad se refiere a la posibilidad que tienen todas las personas de poder utilizar o acceder a la información. Se presenta la cuestión: ¿A qué información tiene derecho o privilegio a acceder una persona o una organización, en qué condiciones y con qué garantías?

Para complementar, Myers y Venable [64] proponen algunas preguntas éticas basados en estos cuatro principios identificados por Mason:

**Tabla 17**

*Preguntas éticas para investigadores en ciencias del diseño*

Cuestión ética	Preguntas para investigadores en ciencias del diseño
Privacidad	¿El nuevo sistema propuesto amenaza la privacidad de alguna manera? ¿Qué medidas de seguridad existen para proteger la privacidad? ¿Quién es responsable de proteger la privacidad?
Exactitud	¿Es precisa la información que se recopila? ¿Quién es responsable de garantizar la precisión?
Propiedad	¿Quién posee los derechos de propiedad intelectual del artefacto? ¿A quién pertenece la información que se recopila?
Acceso	¿Quién puede acceder a la información recopilada por el sistema? ¿Quién tiene privilegios de acceso? ¿Se van a excluir algunos tipos de personas? ¿Quién es responsable de garantizar que las personas correctas tengan el acceso correcto?

**Fuente:** adaptada Myers y Venable [64]

## *Principios del Código de ética y práctica profesional de ingeniería de software ACM / IEEE-CS*

Myers y Venable [64] consideran también tomar en cuenta el Código de ética y práctica profesional de ingeniería de software ACM / IEEE-CS por abordar muchas áreas relevantes para DSR, particularmente si el artefacto desarrollado es software. No descartan su aplicación incluso para otros tipos de artefactos como métodos, técnicas, modelos, herramientas u otros tipos.

Este código sostiene que de acuerdo con el compromiso de los ingenieros de software con la salud, seguridad y bienestar social, sus productos desarrollados deberán sujetarse a los siguientes ocho principios:

1. Sociedad: los ingenieros de software actuarán en forma coherente con el interés social.
2. Cliente y empresario: los ingenieros de software actuarán de manera que se concilien los intereses de sus clientes y empresarios, en congruencia con el interés social.
3. Producto: los ingenieros de software asegurarán que sus productos y modificaciones correspondientes cumplan con los más altos estándares profesionales.
4. Juicio: los ingenieros de software mantendrán integridad e independencia en su juicio profesional.
5. Gestión: los gerentes y líderes de ingeniería del software promoverán y se suscribirán a un enfoque ético en la gestión del desarrollo y mantenimiento de software.
6. Profesión: los ingenieros de software apoyarán y serán justos con sus colegas.
7. Colegas: los ingenieros de software apoyarán y serán justos con sus colegas.

8. Personal: los ingenieros de software participarán el aprendizaje permanente relacionado con la práctica de su profesión y promoverán un enfoque ético en la practica profesional.

Se debe considerar también que estos ocho principios a su vez se subdividen en subprincipios [66]. En términos de DSR, con respecto a los principios y subprincipios presentados en este código de acuerdo con Myers y Venable [64], se puede reemplazar el término *el ingeniero de software* por *el investigador de DSR*, el término *software* por *los artefactos* y el término *el cliente* por *el público* (aunque algunas formas de DSR también consideran el término *cliente*).

## Conclusiones

En este capítulo tratamos aspectos relacionados con la conducción operativa de una investigación basada en las ciencias del diseño. De este modo, iniciamos por conocer la metodología de investigación basada en ciencias del diseño que, según el referente considerado, se desarrolla en una secuencia de seis pasos [39]. Esta se caracteriza por ser flexible al permitir cambios que puedan surgir en el avance de la investigación.

Continuando con los aspectos operativos desarrollados en este capítulo, enfocamos nuestra atención en la manera como se formula el objetivo para una investigación en ciencias del diseño, el cual fundamentalmente describe para lo que estaría destinado el artefacto. Posteriormente, abordamos los métodos de evaluación para una investigación en ciencias del diseño, que desempeñan un rol sumamente importante en este paradigma de investigación, pues todo artefacto requiere una evaluación rigurosa para verificar diversos aspectos, tales como su utilidad, calidad, eficacia, entre otros. Una vez se completaron los aspectos operativos tratados en este capítulo, tomamos en cuenta la presentación de la estructura del informe, ya que se debe presentar una investigación en ciencias del diseño basado en las ciencias del diseño, el cual tiene como propósito comunicar con la suficiente claridad tanto a

públicos provenientes de una formación técnica como a los que tienen formación gerencial.

Finalmente, y no por ello menos importante, consideramos los principios éticos relacionados con la investigación en ciencias del diseño, los cuales deben estar impregnando la investigación con el buen actuar de principio a fin.

# Referencias

- [1] H. Simon, *The sciences of the artificial*, 3ra ed., Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1996.
- [2] W. González, *Las ciencias del diseño: Racionalidad limitada, predicción y prescripción*, La Coruña, España: Netbiblo, S. L, 2007. <https://doi.org/10.4272/978-84-9745-212-0>
- [3] A. Hevner y S. Chatterjee, *Design Research in Information Systems. Theory and Practice*. Nueva York: Springer, 2010. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5653-8>
- [4] H. Simon, *The sciences of the artificial*, Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1969.
- [5] A. Hevner, S. March, J. Park y S. Ram. (2004). "Design science in information systems research", *MIS Quarterly*. [Internet]. Vol. 28, n.º1, pp. 75-105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- [6] A. Dresch, *Design Science e Design Science Research como Artefatos Metodológicos para Engenharia de Produção*, Tesis maestría, Universidade Do Vale Rio Dos Sinos, Unisinos, San Leopoldo, Brasil, 2013.
- [7] S. Gregor y A. Hevner. (2014). "The knowledge innovation matrix (KIM)", *Informing Science: the International Journal of an Emerging Transdiscipline*. [Internet]. Vol 17, pp. 217-239. <https://doi.org/10.28945/2046>
- [8] N. Dew, S. Sarasvathy y S. Venkataraman, "The economic implications of exaptation", *Journal of Evolutionary Economics-Springer-Verlag*, vol. 14, pp. 69-84, 2004. <https://doi.org/10.1007/s00191-003-0180-x>
- [9] C. Peirce, "Deduction, induction, hypothesis", *Popular science monthly*, pp. 470-482, 1877.

- [10] J. Pries-Heje, J. Lee y R. Baskerville, "Theorizing in design science research", *Lecture Notes in Computer Science*, n.º 6629, pp. 1-16.
- [11] G. Génova, J. Llorens y J. Nubiola, "Los casos de uso: un método abductivo aplicado a la ingeniería de requisitos", en J. Cavero, B. Vela y E. Marcos, *Aspectos filosóficos, psicológicos y metodológicos de la informática*, España: Editorial Dykinson, Servicio de publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos. 2005, p. 292.
- [12] G. Dávila, "El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales", *Laurus*, vol. 12, pp. 180-205, 2006.
- [13] J. Cegarra, *Metodología de la investigación científica y tecnológica*, Madrid: Ediciones Días de Santos, 2004.
- [14] A. Dresch, D. P. Lacerda y J. A. Antunes, *Design science research. A method for science and technology advancement*, Nueva York: Springer, 2015. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3>
- [15] S. Barrera y J. Nubiola, "Charles Sanders Peirce", *Philosophica: Enciclopedia filosófica on line*. <http://www.philosophica.info/archivo/2007/voces/peirce/Peirce.html>
- [16] G. Génova, J. Llorens y J. Nubiola, "Métodos abductivos en ingeniería del software". En A. V. al (Ed.), *Actas del IV Congreso de la Sociedad de Lógica, Metodología y Filosofía de la Ciencia en España*, Valladolid, 2004, pp. 573-578.
- [17] O. Ngwenyama, "Logical foundations of social science research", en Osei-Bryson, Kweku-Muata y O. Ngwenyama, *Advances in research methods for information systems research*, Boston: Springer, 2014, pp 7-13. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9463-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9463-8_2)
- [18] G. Génova, "Charles S- Peirce: La lógica del descubrimiento", *Cuadernos de anuario filosófico, serie universitaria*, vol. 45, pp. 1-82, 1997.
- [19] J. Gámez y J. Puerta, *Sistemas expertos probabilísticos*, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha, 1998.

- [20] S. March y G. Smith. (1995). "Design and natural science research on information technology", *Decision Support Systems*. [Internet]. Vol. 15, n.º 4, pp. 251-266. [https://doi.org/10.1016/0167-9236\(94\)00041-2](https://doi.org/10.1016/0167-9236(94)00041-2)
- [21] J. Pries-Heje y R. Baskerville. (2008). "The design theory nexus". *MIS Quarterly*. [Internet]. Vol. 32, n.º4, pp. 731-755. <https://doi.org/10.2307/25148870>
- [22] L. Wessel, J. Poepelbuss y M. Goeken, "Exploring the Implications of Emergence for Artifact Mutability in Design Theory", en *International Conference on Information Systems (ICIS)*, 2016, Dublín, Irlanda.
- [23] C. Montenegro, M. Murillo, F. Gallegos, J. Albuja. (2016). "DSR approach to assessment and reduction of information security risk in TELCO", *IEEE Latin America Transactions*. [Internet]. Vol. 14, n.º 5, pp. 2402-2410. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7530438>
- [24] A. Rodríguez, E. Fernández-Medina, J. Trujillo, y M. Piattini. (2011). "Secure business process model specification through a UML 2.0 activity diagram profile", *Decision Support Systems*. [Internet]. Vol. 51 n.º. 3, pp. 446-465. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.01.018>
- [25] J. J. van Rensburg y R. Goede. (2019). "A model for improving knowledge generation in design science research through reflective practice", *The Electronic Journal of Business Research Methods*. [Internet]. Vol. 17, n.º 4, pp.192-211. <https://doi.org/10.34190/JBRM.17.4.001>
- [26] O. Olaitan, M. Herselman y N. Wayi, N. (2019). "A data governance maturity evaluation model for government departments of the Eastern Cape province, South Africa", *South African Journal of Information Management*. [Internet]. Vol. 21 n.º1, pp.1-12. <https://doi.org/10.4102/sajim.v21i1.996>
- [27] G. Hill, *A framework for valuing the quality of customer information*, Melbourne: University of Melbourne, 2009.
- [28] J. Blooma Mohan, Y. K. C. Alton, G. Dion Hoe Lian y W. Nilmini (2016). "Graph-based cluster analysis to identify similar questions: A

- design science approach", *Journal of the Association for Information Systems*. [Internet]. N.º 590. <https://doi.org/10.17705/1jais.00437>
- [29] L. V. Lapão, M. da Silva y J. Gregório. (2017). "Implementing an online pharmaceutical service using design science research", *BMC Medical Informatics and Decision Making*. <https://doi.org/10.1186/s12911-017-0428-2>
- [30] R. Schnall *et al.* (2014). "Use of design science for informing the development of a mobile app for persons living with HIV", *AMIA Annual Symposium Proceedings*, [Internet], 1037-1045. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4419902/>
- [31] G. Goldkuhl, "Separation or unity? Behavioral science vs. design science", *AIS SIGPRAG* (pp. 1-12), Dublin: SIGPrag, 2016.
- [32] R. González y A. Pomares, "La investigación científica basada en el diseño como eje de proyectos de investigación en ingeniería", en *Reunión Nacional ACOFI*. Medellín, 2012.
- [33] A. Shrestha, A. Cater-Steel, M. Toleman, y. W.-G. Tan. (2014). "A method to select IT service management processes for improvement", en *JITTA: Journal of Information Technology Theory and Application*. [Internet]. Vol. 15, n.º 3, pp. 31-55, <https://aisel.aisnet.org/jitta/vol15/iss3/3>
- [34] T. Trevethan, *Building cloud-based information systems lab architecture: deriving design principles that facilitate the effective construction and evaluation of a cloud-based lab environment*, Ann Arbor: Nova Southeastern University, 2015.
- [35] J. Kenneally *et al.* "Accelerating electronic medical record adoption & innovation with targeted IT capabilities", *ISPIM Conference Proceedings* (pp 1-14), Manchester: The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM), 2014.
- [36] J. Venable, J. Pries-Heje y R. Baskerville, "Choosing a design science research methodology", *ACIS2017 Conference Proceeding Hobart* (pp. 1-11), Tasmania: Universidad de Tasmania, 2017.

- [37] J. Nunamaker, M. Chen y T. Murdin. (1990). "Systems development in information systems research", *Journal of Management Information Systems*, [Internet], pp. 89-106. <https://doi.org/10.1080/07421222.1990.11517898>
- [38] V. Vaishnavi y W. Kuechler, *Design science research methods and patterns: Innovating information and communication technology*. Boca Ratón FL: Auerbach Publications Taylor y Francis Group, 2008.
- [39] K. Peffers, T. Tuunanen, M. Rothenberger y S. Chatterjee. (2008). "A design science research methodology for information systems research". *Journal of Management Information Systems*, [Internet], pp. 45-78. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- [40] M. Sein *et al.* (2011). "Action design research", *MIS Quarterly*, [Internet]. Vol. 35, n°. 1, 37-56. <https://doi.org/10.2307/23043488>
- [41] J. Pries-Heje, R. Baskerville y J. Venable. "Soft design science methodology", en *Situated Design Methods*, MIT Press, 2014, pp. 77-95.
- [42] M. Bilandzic y J. Venable. (2011). "Towards participatory action design research: adapting action research and design science research methods for urban informatics", *The Journal of Community Informatics*, [Internet] Vol. 7, n°. 3, pp. 1-15. <https://doi.org/10.15353/joci.v7i3.2592>
- [43] A. Collins. (1990). "Toward a design science of education (Report No. 1)". *Center for Technology in Education* [Internet]. <https://eric.ed.gov/?id=ED326179>
- [44] J. Van Aken. (2005). "Management research as a design science: Articulating the research products of mode 2 knowledge production in management", *British Journal of Management*, 19-36. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2005.00437.x>
- [45] G. Romm. (2003). "Making a difference: organization as design", *Organization Science*. [Internet]. Vol. 14, n°. 5, pp. 558-573. <https://doi.org/10.1287/orsc.14.5.558.16769>

- [46] S. Gregor y D. Jones. (2008). "The anatomy of a design science paper: a research note" [Internet]. <https://djon.es/blog/2008/10/09/the-anatomy-of-a-design-science-paper-a-research-note/>
- [47] I. Mazor, T. Heart y A. Even (2016). "Simulating the impact of an online digital dashboard in emergency departments on patients length of stay". *Journal of Decision Systems*. [Internet], pp. 343-353. <https://doi.org/10.1080/12460125.2016.1187422>
- [48] S. Hobert y M. Schumann, "Learning glasses app: a smart-glasses-based learning system for training procedural knowledge" en *European Conference on e-Learning*, Porto, 2017.
- [49] F. Davis. (1989). "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology", *MIS Quarterly*. [Internet]. Vol. 13, n.º 3, pp. 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>.
- [50] J. Soikkeli, M. Pulkkinen y T. Ruohonen, "Evaluating the value of enterpriseresourceplanninginhomecareservices", en *International Conference on Information Management and Evaluation*, 2013.
- [51] D. Pappa y H. Papadopoulos. "Designing a prototype training environment for physiotherapists building on advanced gaming technologies" en *European Conference on e-Learning*, 2018.
- [52] P. Brooks y O. El-Gayar y S. Surendra. (2015). "A framework for developing a domain specific business intelligence maturity model: Application to healthcare", *International Journal of Information Management*. [Internet]. Vol. 25, n.º 3, pp. 337-345. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2015.01.011>
- [53] M. Tamayo, *El proceso de la investigación científica*, México: Limusa, 2003.
- [54] R. Wieringa, *Design science methodology for information systems*, Berlín: Springer-Verlag, 2014. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43839-8>
- [55] S. Leewis, *A framework to support the implementation of business rules management solutions*, Tesis de maestría, Universidad Utrecht, 2017.

- [56] P. Nitschke, *Development of an internet of things architecture framework based on sensing as a service*, tesis de maestría, Universidad de Koblenz-Landau, 2017.
- [57] M. AlDebei, E. AlLozi y G. Fitzgerald. (2013). "Engineering innovative mobile data services: Developing a model for value network analysis and design", *Business Process Management Journal*. [Internet]. Vol. 19, n.º 2, pp. 336-363. <https://doi.org/10.1108/14637151311308349>
- [58] M. Vicente, *Enterprise architecture and ITIL*, tesis de maestría, Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa, 2013.
- [59] C. Sonnenberg y J. vom Brocke, "Evaluation patterns for design science research artefacts", En M. Helfert y B. Donnellan, *Practical aspects of design science*, Dublin: Springer, 2012, pp. 71-83. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-33681-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-33681-2_7)
- [60] F. Castillo Barrera, *Un marco de trabajo basado en tecnologías de la web semántica para la verificación de contratos entre componentes de software*, Guadalajara: Universidad de Guadalajara, 2012.
- [61] M. P. Arias, *Sistema de apoyo al proceso de conformación adaptada de equipos de trabajo en un ambiente colaborativo*, Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2012.
- [62] C. Niemöller, D. Metzger y O. Thomas, "Design and evaluation of a smart-glasses-based service support system", *13th International Conference on Wirtschaftsinformatik*, Alemania, 2017.
- [63] B. Dinter y R. Krawatzeck, "Towards a configurative publication schema for design science research", *36th International Conference on Information Systems*, Fort Worth, 2015.
- [64] M. Myers y J. Venable. (2014). "A set of ethical principles for design science research in *information systems*", *Information & Management*. [Internet]. Vol. 51, n.º 6, pp. 801-809. <https://doi.org/10.1016/j.im.2014.01.002>
- [65] R. Mason. (1986). Four ethical issues of the information age, *MIS Quarterly*. [Internet]. Vol. 10, n.º 1, pp. 5-12. <https://doi.org/10.2307/248873>

- [66] ACM Ethics e Institute of Electrical and Electronics Engineers. The software engineering code of ethics and professional practice, 1999. <https://ethics.acm.org/wp-content/uploads/2016/07/SE-code-spn.pdf>

---

La producción editorial de esta obra, fué realizada por  
Entrelibros E-book solutions  
[www.entrelibros.co](http://www.entrelibros.co)  
Bogotá - Colombia  
2023

La ingeniería es el proceso de aplicar principios científicos para crear, fabricar y mantener estructuras, máquinas, artefactos y otras soluciones innovadoras; específicamente, la ingeniería aplicada a los campos de la informática y la tecnología demanda que las investigaciones que resultan en tales avances se desarrollen con rapidez y agilidad, por lo tanto, se requiere de herramientas y metodologías de investigación que hagan esto posible. Las investigaciones basadas en las ciencias del diseño surgen como respuesta a este requerimiento, pues es un procedimiento metodológico para crear artefactos o construcciones innovadoras que, a su vez, son una contribución tanto práctica como teórica.

El contenido abordado en este libro gira en torno a las ciencias del diseño, a su concepto, a su evolución y a cómo se ha desarrollado la investigación en este campo.



Av. San Josemaría Escrivá de  
Balaguer N° 855 Chiclayo - Perú  
Telf: +51 (074) 606200