Design Science en Ingeniería de Software: Guía para Investigadores de Grado, Maestría y Doctorado

Luis Roberto Pérez Rios, Ph.D.

2026

PREVISUALIZACIÓN

Índice

Prefacio **1**

Fundamentos Epistemológicos 4

Capítulo 1: La ciencia del diseño: fundamentos y genealogía **5**
1.1 Herbert Simon y las ciencias de lo artificial 5
1.2 Genealogía del paradigma: de IS a SE 7
1.3 Design Science, ingeniería y ciencia empírica: tres modos de conocer 8
1.4 Por qué Design Science es especialmente relevante para SE 10

Capítulo 2: Design Science en ingeniería de software: naturaleza y alcance **13**
2.1 Qué cuenta como Design Science en ingeniería de software 13
2.2 El espacio de problemas de Design Science en ingeniería de software 14
2.3 Alcance por nivel de formación 16
2.4 Relaciones con otros paradigmas — complementariedad, no competencia . . 17

Conceptos Fundamentales 20

Capítulo 3: El problema de diseño y el problema de investigación **21**
3.1 La distinción central — y por qué se confunde sistemáticamente 21
3.2 Anatomía del problema de diseño en SE 23
3.3 Anatomía del problema de investigación en Design Science 24
3.4 Del problema de diseño al problema de investigación: guía operativa 25
3.5 Errores frecuentes 27
3.6 ¿Puede el artefacto preceder al problema? Tecnología y problema como puntos de partida 29

Capítulo 4: Tipología de artefactos en ingeniería de software **32**
4.1 El artefacto como objeto científico — no solo técnico 32
4.2 Taxonomía ampliada de artefactos en SE 33
4.3 Artefactos compuestos — la realidad de los proyectos de SE 37
4.4 El artefacto en proceso — evolución durante la investigación 38
4.5 Errores frecuentes en la conceptualización del artefacto 39

PREVISUALIZACIÓN

Capítulo 5: Tipos de contribución al conocimiento **41**
5.1 La contribución como distinción entre ingeniería e investigación 41
5.2 Tres niveles de abstracción de la contribución 44
5.3 Principios de diseño — cómo articularlos 45
5.4 La contribución en cada nivel de formación 47

Capítulo 6: La pregunta de investigación en Design Science **49**
6.1 La forma de la pregunta en Design Science 49
6.2 Estructura de la pregunta y sub-preguntas 50
6.3 Diferencias con la pregunta empírica 52
6.4 Criterios de calidad de la pregunta en Design Science 53

El Proceso de Investigación **55**

Capítulo 7: El proceso de Design Science: modelos y marcos **56**
7.1 El DSRM de Peffers et al.: el modelo prescriptivo 56
7.2 El marco de Wieringa: ciclos anidados 60
7.3 Iteración: el principio que más se viola 61
7.4 El rol de la revisión de literatura en el proceso 62

Capítulo 8: Identificación del problema y motivación **64**
8.1 Por qué esta actividad determina todo lo demás 64
8.2 Técnicas de identificación del problema 65
8.3 La motivación — por qué importa articularla explícitamente 66
8.4 Criterios de suficiencia del problema identificado 67

Capítulo 9: Diseño y desarrollo del artefacto **69**
9.1 El diseño como decisión documentada 69
9.2 Del problema a los requisitos del artefacto 70
9.3 Prototipos y versiones — la iteración como método 72
9.4 Fundamentación del diseño en la base de conocimiento 73
9.5 Errores frecuentes en el diseño y desarrollo 74

Rigor y Evaluación **76**

Capítulo 10: Evaluación del artefacto **77**
10.1 Por qué la evaluación es la actividad más crítica — y la más descuidada . . 77
10.2 El marco FEDS de Venable et al. 78
10.3 Evaluación formativa versus sumativa 80
10.4 Métodos de evaluación apropiados para SE 81
10.5 Criterios de éxito y su derivación 82
10.6 Errores frecuentes en la evaluación 83

PREVISUALIZACIÓN

Capítulo 11: Rigor, relevancia y validez en Design Science **85**
11.1 La tensión constitutiva del paradigma . . . 85
11.2 Validez en Design Science — un marco adaptado . . . 86
11.3 Rigor cualitativo en Design Science . . . 88
11.4 Cómo reportar amenazas a la validez en Design Science . . . 89

Capítulo 12: Escritura y diseminación del trabajo de Design Science **90**
12.1 Estructura del artículo de Design Science en SE . . . 90
12.2 Dónde publicar investigación de Design Science en SE . . . 92
12.3 La tesis como documento de Design Science . . . 93
12.4 Errores de comunicación frecuentes . . . 94

Niveles de Formación y Documentos **96**

Capítulo 13: Contribuciones por nivel: grado, maestría y doctorado **97**
13.1 Por qué el nivel importa epistemológicamente, no solo administrativamente 97
13.2 El trabajo de Design Science en el grado . . . 98
13.3 La tesis de maestría en Design Science . . . 99
13.4 La tesis doctoral en Design Science . . . 101
13.5 Adaptaciones para el contexto latinoamericano . . . 102

Capítulo 14: El perfil de investigación en Design Science **104**
14.1 Diferencias con el perfil de investigación empírica . . . 104
14.2 Template anotado específico para Design Science en SE . . . 105
14.3 Errores específicos del perfil de Design Science . . . 111
14.4 El perfil como contrato de investigación — especificidades de Design Science 112

Guías Operativas **115**

Capítulo 15: Hoja de ruta del investigador **116**
15.1 El propósito de esta hoja de ruta . . . 116
15.2 El camino en doce pasos . . . 117
15.3 Los primeros catorce días . . . 121
15.4 Criterios de avance: cómo saber que puedes pasar al siguiente paso . . . 122
15.5 Adaptación por nivel de formación . . . 123

Capítulo 16: Caso guía — de la deuda técnica al principio de diseño **125**
16.1 Paso 1 — Confirmar que la pregunta es prescriptiva . . . 125
16.2 Paso 2 — El problema de diseño . . . 126
16.3 Paso 3 — La clase de problema y la brecha . . . 126
16.4 Paso 4 — La pregunta de investigación . . . 127
16.5 Paso 5 — La tipología del artefacto . . . 128
16.6 Paso 6 — El nivel de contribución . . . 128
16.7 Paso 7 — La base de conocimiento . . . 128

PREVISUALIZACIÓN

16.8 Paso 8 — Requisitos y criterios de éxito . . . 129
16.9 Paso 9 — Construcción iterativa con evaluación formativa . . . 130
16.10 Paso 10 — Evaluación sumativa . . . 130
16.11 Paso 11 — Articular los principios de diseño . . . 131
16.12 Paso 12 — Escribir y comunicar . . . 131

Capítulo 17: Instrumentos y plantillas **133**
I-01 — Ficha del problema de diseño . . . 133
I-02 — Ficha de clase de problema y brecha . . . 134
I-03 — Formulador de pregunta de investigación DSR . . . 135
I-04 — Declaración de tipología de artefacto . . . 135
I-05 — Matriz de contribución . . . 136
I-06 — Registro de decisiones de diseño (design rationale) . . . 136
I-07 — Tabla de requisitos y criterios de éxito . . . 137
I-08 — Plan de evaluación (FEDS) . . . 137
I-09 — Plantilla de principios de diseño . . . 137
I-10 — Registro de versiones del artefacto . . . 138
I-11 — Árbol de decisión "¿es esto Design Science?" . . . 138
I-12 — Checklist de perfil de investigación DSR . . . 138

Capítulo 18: Mitos y preguntas frecuentes **141**
18.1 Mitos sobre el problema y el artefacto . . . 141
18.2 Mitos sobre el proceso . . . 142
18.3 Mitos sobre el nivel de formación . . . 143
18.4 Preguntas frecuentes . . . 144

Referencias **146**

PREVISUALIZACIÓN

Prefacio

Este libro nació de una pregunta que llevo más de una década haciéndome al revisar trabajos de titulación en programas de ingeniería de software en Bolivia y en otros países de la región: ¿por qué tantos proyectos técnicamente sólidos terminan siendo científicamente vacíos? El código compila. El sistema funciona. La interfaz es usable. Y sin embargo, el capítulo de conclusiones no puede articular qué se aprendió al construirlo más allá de que la herramienta hace lo que se propuso hacer. Eso no es un problema de redacción. Es un problema epistemológico: el investigador construyó algo sin saber que construir puede ser una forma de investigar.

Design Science es el paradigma que hace posible esa transición — de proyecto aplicado a investigación — sin abandonar la dimensión constructiva que define a la ingeniería de software. No exige que el investigador deje de construir para volverse científico; exige que construya de una manera diferente: articulando un problema de diseño, fundamentando las decisiones en conocimiento existente, evaluando el artefacto con rigor y, sobre todo, extrayendo el conocimiento transferible que la construcción genera. La diferencia entre desarrollar una herramienta e investigar mediante el desarrollo de una herramienta no es técnica. Es la presencia o ausencia de esa extracción de conocimiento.

En los programas de ingeniería de software latinoamericanos, la categoría más frecuente para clasificar este tipo de trabajo es “proyecto aplicado” o “trabajo de desarrollo”. La categoría es cómoda porque no exige justificar la contribución científica — solo demostrar que el sistema funciona. Lo que esa categoría oculta es que el trabajo podría, con un diseño diferente y sin modificar la dimensión técnica, constituir una contribución genuina al conocimiento de la disciplina. Este libro existe para que esa oportunidad no se pierda sistemáticamente.

PREVISUALIZACIÓN

Lo que este libro no es: no es un manual de ingeniería de software ni enseña a construir mejores artefactos en el sentido técnico. No reemplaza a Wieringa (2014), cuya obra es la referencia metodológica más rigurosa y completa del paradigma para sistemas de información y software; este libro la contextualiza, la conecta con el marco de Hevner et al. (2004) y Peffers et al. (2007), y la traduce a la realidad de los programas de posgrado de la región. Tampoco es un texto de metodología de investigación general: es específico de ingeniería de software y sus ejemplos, tensiones y observaciones provienen de ese campo.

Cómo usar este libro según el nivel de formación. El estudiante de grado que realiza un proyecto de titulación con componente de construcción encontrará en los capítulos 1 a 4 y 7 a 10 los conceptos fundamentales y el proceso de investigación que le permiten articular su trabajo como Design Science; los capítulos 13 y 14 le ofrecen el estándar de contribución apropiado para su nivel y las herramientas para documentarlo. El estudiante de maestría debería leer el libro completo, con énfasis en los capítulos 5 y 11, donde se desarrollan los tipos de contribución y los criterios de validez que determinan si una tesis de maestría en Design Science cumple el estándar disciplinar. El investigador doctoral encontrará en los capítulos 5, 11 y 13 el marco conceptual para articular una contribución de nivel teórico y en los capítulos 10 y 12 las herramientas para evaluarla y comunicarla. El director de tesis, independientemente del nivel que supervise, necesita el libro completo: la diferencia entre orientar bien y mal un trabajo de Design Science reside en conocer los estándares de cada nivel antes de que el estudiante comience a construir.

De la comprensión a la acción. Los capítulos 1 a 14 construyen el aparato conceptual; los capítulos 15 a 18 lo traducen en camino. Quien no sabe por dónde empezar debe comenzar por el Capítulo 15, la hoja de ruta del investigador, que ordena el proceso en doce pasos; el Capítulo 16 muestra un proyecto completo recorriendo esos pasos; el Capítulo 17 reúne los doce instrumentos que hacen operativos cada paso; y el Capítulo 18 despeja los mitos más frecuentes. La lectura recomendada para quien se acerca por primera vez es: Capítulo 1 (qué es Design Science), Capítulo 3 (problema de diseño frente a problema de investigación), Capítulo 15 (hoja de ruta) y Capítulo 16 (caso guía). Con esos cuatro capítulos el lector tiene el mapa conceptual y el camino; el resto del libro le da la profundidad que cada paso exige cuando lo ejecuta.

PREVISUALIZACIÓN

El mapa siguiente ordena los capítulos por parte y por función, para que el lector pueda localizar el contenido según su necesidad — comprender, ejecutar o evaluar — en lugar de leer linealmente.

Parte	Capítulos	Función
Fundamentos epistemológicos	1–2	Qué es Design Science y cuándo usarlo
Conceptos fundamentales	3–6	Problema, artefacto, contribución y pregunta
El proceso de investigación	7–9	Cómo se ejecuta: proceso, identificación y desarrollo
Rigor y evaluación	10–12	Cómo se evalúa, valida y comunica
Niveles de formación y documentos	13–14	Qué se exige en cada nivel y cómo se documenta
Guías operativas	15–18	Hoja de ruta, caso guía, instrumentos y mitos

Agradezco a los estudiantes de maestría y doctorado en ingeniería de software cuyas tesis, preguntas y errores frecuentes dieron forma a los problemas que este libro intenta resolver. Los reconocerán en los ejemplos, aunque los contextos estén modificados. Reconocerán también las tensiones que no tienen solución fácil — porque esas tensiones son reales, y un libro que las ignorara no serviría para enfrentarlas.

Luis Roberto Pérez Rios, Ph.D. Santa Cruz, Bolivia, 2026

PREVISUALIZACIÓN

Fundamentos Epistemológicos

PREVISUALIZACIÓN

Capítulo 1: La ciencia del diseño: fundamentos y genealogía

La ingeniería de software es, en su actividad central, una disciplina prescriptiva: construye sistemas que no existían para resolver problemas que sí existen. Esta naturaleza la diferencia fundamentalmente de las disciplinas científicas naturales, que observan y describen lo que ya hay en el mundo. Reconocer esa diferencia no es un ejercicio filosófico sin consecuencias prácticas; es la base sobre la cual se construye una metodología de investigación apropiada para el campo. Design Science es el paradigma que toma esa naturaleza prescriptiva en serio y la convierte en fundamento de un método científico legítimo, no en obstáculo para él.

1.1 Herbert Simon y las ciencias de lo artificial

La distinción que hace posible Design Science como paradigma científico fue articulada por Herbert Simon (1996) en *The Sciences of the Artificial*, obra cuya tercera edición sigue siendo la referencia fundacional del paradigma décadas después de su primera publicación. Simon distingue entre las ciencias naturales, que estudian lo que *es* — la estructura del mundo tal como existe independientemente de la intervención humana —, y las ciencias del diseño, que estudian lo que *podría ser*: cómo deben construirse los artefactos para alcanzar un propósito dado en un contexto dado. Esta distinción no es meramente descriptiva; tiene consecuencias metodológicas directas. Las ciencias naturales buscan leyes que describan el comportamiento de los fenómenos; las ciencias del diseño buscan principios que guíen la construcción de artefactos que funcionen.

PREVISUALIZACIÓN