



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería de Sistemas y
Telemática**

**LENGUAJES ESPECÍFICOS DE DOMINIO
PARA INTERNET DE LAS COSAS (IOT): UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Ingeniero de Sistemas y Telemática**

Autor:

Santiago Javier Vizhñay Quito

Director:

Ing. Lenin Xavier Erazo Garzón Ph.D.

Cuenca – Ecuador

2025

DEDICATORIA

Este logro es reflejo del amor y apoyo de quienes siempre han creído en mí. A mis padres, Manuel y Cecilia, por su amor incondicional y por enseñarme con su ejemplo que el esfuerzo y la perseverancia construyen el verdadero camino al éxito. A mi hermana Carla, por su cariño, comprensión y por ser siempre un apoyo silencioso en los momentos difíciles. A Daniela, por tu paciencia, tu amor y por estar a mi lado en cada momento, alentándome incluso cuando yo dudaba.

Y a ti, abuelita Jesús, que desde el cielo sigues guiando mis pasos. Gracias por nunca dudar de mí, por creer en mis sueños incluso cuando parecían lejanos. Tu fe en mí fue más fuerte que mis miedos, y tu amor fue el empujón que necesitaba para levantarme una y otra vez. Hoy, este logro también es tuyo. Lo alcancé con tu fuerza, con tu voz en mi memoria y con tu abrazo eterno en mi corazón.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por haberme dado la salud, la fuerza y la perseverancia para culminar esta etapa de mi vida. Expreso mi más profundo agradecimiento a mis padres, Manuel y Cecilia, por su apoyo inquebrantable y sus sacrificios; a mi hermana Carla, por su constante motivación; y a toda mi familia, por estar siempre presente.

Agradezco sinceramente al Ing. Lenin Xavier Erazo Garzón, Ph.D., director de este trabajo, por su guía académica, su exigencia formativa y su apoyo durante todo el proceso de investigación.

Índice de Contenidos

| | |
|---|------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | ii |
| Índice de Contenidos..... | iii |
| Índice de Figuras..... | iv |
| Índice de Tablas | v |
| Índice de Anexos..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT..... | viii |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1 Objetivos | 2 |
| 1.1.1 Objetivo General | 3 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.2 Marco Teórico..... | 3 |
| 1.2.1 Internet de las Cosas | 4 |
| 1.2.2 Desarrollo dirigido por modelos..... | 6 |
| 1.2.3 Lenguaje Específico de dominio | 7 |
| 1.3 Trabajos Relacionados..... | 8 |
| 2. Materiales y Métodos | 10 |
| 2.1 Planeación de la Revisión..... | 11 |
| 2.1.1 Preguntas de Investigación | 11 |
| 2.1.2 Estrategia de Búsqueda..... | 12 |
| 2.1.3 Selección de Estudios Primarios..... | 12 |
| 2.1.4 Estrategia de extracción de datos | 13 |
| 2.1.5 Evaluación de Calidad | 15 |
| 2.1.6 Métodos de análisis y síntesis..... | 16 |
| 2.2 Ejecución de la revisión..... | 17 |
| 3. Resultados y Discusión..... | 18 |
| 4. Conclusiones | 51 |
| 5. Referencias | 53 |
| 6. Anexos..... | 56 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Proceso de ejecución de la revisión..... | 18 |
| Figura 2. Distribución de estudios publicados por año entre 2020 y 2025. | 19 |
| Figura 3. Distribución de Publicaciones por Tipo de Fuente en la Revisión Sistemática. | 20 |
| Figura 4. Evaluación de calidad de los estudios primarios seleccionados. | 21 |
| Figura 5. Principales subdominios de aplicación..... | 24 |
| Figura 6. Principales perspectivas o incumbencias (concerns). | 27 |
| Figura 7. Público objetivo del DSL..... | 29 |
| Figura 8. Principales tipos de modelo utilizado por el DSL. | 32 |
| Figura 9. Principales tipos de interfaz de usuario del DSL. | 34 |
| Figura 10. Principales herramientas en la que fue desarrollado el DSL | 37 |
| Figura 11. Distribución porcentual de transformaciones automáticas. | 39 |
| Figura 12. Distribución porcentual del Tipo de transformación utilizada..... | 41 |
| Figura 13. Distribución de herramientas utilizadas | 43 |
| Figura 14. Distribución porcentual de los tipos de validación..... | 46 |
| Figura 15. Distribución del alcance por tipo de entorno..... | 48 |
| Figura 16. Distribución de los tipos de metodología empleada. | 50 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Síntesis de los trabajos relacionados..... | 10 |
| Tabla 2. Cadena de búsqueda | 12 |
| Tabla 3. Formulario de extracción de datos..... | 14 |
| Tabla 4. Preguntas de control de calidad | 16 |
| Tabla 5. Estudios relevantes para el subdominio de aplicación | 23 |
| Tabla 6. Estudios relevantes de las perspectivas abordadas..... | 26 |
| Tabla 7. Estudios relevantes para el público objetivo del DSL..... | 28 |
| Tabla 8. Estudios relevantes para el tipo de modelo utilizado por el DSL..... | 31 |
| Tabla 9. Estudios relevantes para el tipo de interfaz de usuario del DSL. | 34 |
| Tabla 10. Estudios Relevante para las herramientas en la que fue desarrollado el DSL. | 36 |
| Tabla 11. Estudios relevantes para las transformaciones automáticas. | 38 |
| Tabla 12. Estudios según la transformación utilizada. | 40 |
| Tabla 13. Estudios correspondientes a cada categoría. | 42 |
| Tabla 14. Artículos según el método empleado | 45 |
| Tabla 15. Estudios que corresponden a cada categoría. | 47 |
| Tabla 16. Clasificación según el enfoque metodológico..... | 50 |

Índice de Anexos

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Matriz de resultados..... | 56 |
| Anexo 2. Matriz de artículos extraídos..... | 59 |

RESUMEN

La complejidad inherente al desarrollo de sistemas del Internet de las Cosas (IoT) ha impulsado el uso de Lenguajes Específicos de Dominio (DSL) como solución para facilitar la especificación, modelado y automatización del software en este tipo de entornos. En este trabajo se presenta una revisión sistemática de literatura cuyo propósito es analizar el estado del arte sobre la implementación y aplicación de DSLs en IoT, bajo el enfoque metodológico propuesto por Kitchenham. Para ello, se formularon tres preguntas de investigación que permiten explorar los contextos de uso, las estrategias de implementación y las características metodológicas de los estudios existentes. El proceso de búsqueda y selección se desarrolló en bases de datos científicas reconocidas, con un total inicial de 3133 registros. Tras una depuración mediante criterios de inclusión, exclusión y evaluación de calidad, se seleccionaron 72 artículos para el análisis. Los resultados evidencian que los DSLs se han utilizado principalmente en aplicaciones industriales y sistemas ciberfísicos, destacando enfoques centrados en la arquitectura, el comportamiento y la interoperabilidad. Además, se identifican desafíos relacionados con la validación empírica, la accesibilidad para usuarios no técnicos y la integración con otras tecnologías. Esta revisión contribuye con una visión estructurada del panorama actual, y plantea oportunidades de investigación para el diseño de DSLs más robustos y adaptativos en entornos IoT.

Palabras clave: Ingeniería dirigida por modelos, internet de las cosas, lenguajes específicos de dominio, modelado estructural, revisión sistemática, sistemas ciberfísicos.

ABSTRACT

The inherent complexity of developing Internet of Things (IoT) systems has led to the adoption of Domain-Specific Languages (DSLs) as a means to support the specification, modeling, and automation of software across diverse application domains. This study presents a systematic literature review aimed at examining the current state of research on the design and use of DSLs in the IoT domain, based on the methodology proposed by Kitchenham. The review addresses three core research questions, focusing on usage contexts, implementation strategies, and the methodological features of existing studies. An initial pool of 3,133 articles was retrieved from major scientific databases. After applying rigorous inclusion, exclusion, and quality assessment criteria, 72 primary studies were selected for in-depth analysis. The findings reveal that DSLs are predominantly applied in industrial automation and cyber-physical systems, often emphasizing architectural, behavioral, and interoperability aspects. Additionally, several challenges were identified, including limited empirical validation, reduced accessibility for non-technical users, and difficulties in integrating DSLs with emerging technologies. This review offers a comprehensive overview of the field and highlights future research directions toward more adaptive, accessible, and robust DSL solutions for IoT

Keywords: domain-specific languages, internet of things, model-driven engineering, software modeling, cyber-physical systems, systematic review, software architecture