



Facultad de Ciencias de la Administración

**Carrera de Ingeniería en Ciencias de la
Computación**

**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA:
MEGAMODELOS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
grado de Ingeniero en Ciencias de la Computación**

Autor:

Pedro Luis Figueroa Buestán

Director:

Fabián Marcelo Carvajal Vargas

Cuenca – Ecuador

2024

DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo incondicional y por ser siempre mi fuente de inspiración. Gracias por enseñarme cada día con su ejemplo, y en especial a mi madre, cuya paciencia, amor y confianza en mis capacidades me han impulsado a creer que todo lo que me proponga es posible. Por demostrarme que cada sacrificio vale la pena, y que cada pequeño paso que damos hoy tiene un impacto significativo en el futuro. Por los valores y principios que me inculcaron, y por mostrarme que ser una buena persona es, al final, lo más valioso.

A mis amigos, por acompañarme en cada paso de este viaje, compartiendo su sabiduría y brindándome su apoyo incondicional. Gracias por recordarme que, más allá de la meta, lo que realmente importa es disfrutar y aprender del camino recorrido.

Finalmente, a todos aquellos que creyeron en mí, y en especial a mí mismo, por haber llegado hasta aquí. He demostrado que, sin importar de dónde se venga, si se aprovechan las oportunidades con determinación y esfuerzo, es posible llegar lejos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad del Azuay por fomentar el crecimiento de personas comprometidas con sobresalir y contribuir a la sociedad. Agradezco el apoyo brindado a través del programa de becas, del cual fui beneficiario, y por ser un espacio que me ha dejado recuerdos y experiencias significativas que marcarán mi vida.

Agradezco al Mgtr. Fabián Marcelo Carvajal Vargas por compartir su conocimiento y orientarme en el desarrollo de este trabajo de titulación. Su constante apoyo, valiosas sugerencias y la confianza depositada en mí, junto con su paciencia, fueron fundamentales para alcanzar este logro.

Agradezco a la Ing. María Inés Acosta Urigüen, por su constante y comprometido acompañamiento, no solo en el ámbito académico, sino también en aspectos de la vida. Su dedicación ha sido un ejemplo a seguir.

También extiendo mi agradecimiento al Ing. Lenin Xavier Erazo Garzón, por su apoyo y conocimientos, y por mantenerse atento al desarrollo de este trabajo, a pesar de no formar parte directa de él.

Índice de contenido

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | I |
| AGRADECIMIENTO..... | II |
| ÍNDICE DE CONTENIDO..... | III |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | IV |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | V |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | VI |
| RESUMEN..... | VII |
| ABSTRACT..... | VII |
| REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA: MEGAMODELOS..... | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 <i>Objetivos</i> | 2 |
| 1.1.1 Objetivo general..... | 2 |
| 1.1.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.2 <i>Marco teórico</i> | 2 |
| 1.3 <i>Trabajos relacionados</i> | 4 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 5 |
| 2.1 <i>Planificación de la revisión</i> | 6 |
| 2.1.1 Preguntas de investigación..... | 6 |
| 2.1.2 Estrategias de búsqueda..... | 6 |
| 2.1.3 Criterios de inclusión, exclusión, evaluación de calidad y extracción de datos..... | 6 |
| 2.1.4 Formato para la extracción de datos..... | 9 |
| 2.1.5 Métodos de análisis y síntesis de resultados..... | 9 |
| 2.1.5.1 Comprensión del proyecto..... | 10 |
| 2.1.5.2 Comprensión de los datos..... | 10 |
| 2.1.5.3 Preparación de los datos..... | 10 |
| 2.1.5.4 Configuración del modelo..... | 10 |
| 2.1.5.5 Síntesis..... | 11 |
| 2.2 <i>Ejecución de la revisión</i> | 11 |
| 2.2.1 Búsqueda y selección de estudios relevantes..... | 11 |
| 2.2.2 Extracción de datos y evaluación de la calidad de los estudios..... | 12 |
| 3. RESULTADOS..... | 12 |
| 3.1 <i>¿Cómo se han utilizado los megamodelos dentro de la Ingeniería de Software?</i> | 15 |
| 3.2 <i>¿Cómo se ha abordado la investigación en los estudios relacionados con los megamodelos?</i> | 18 |
| 4. DISCUSIÓN..... | 20 |
| 4.1 <i>Análisis de reglas de asociación</i> | 20 |
| 4.1.1 Caso 1..... | 21 |
| 4.1.2 Caso 2..... | 22 |
| 4.1.3 Caso 3..... | 22 |
| 4.1.4 Caso 4..... | 23 |
| 4.1.5 Caso 5..... | 24 |
| 4.2 <i>Análisis de Componentes Principales</i> | 25 |
| 4.2.1 Estudio de los valores atípicos..... | 25 |
| 4.2.2 Análisis Dimensión 1 y 2..... | 28 |
| 4.2.2.1 Análisis de Variables..... | 28 |
| 4.2.2.2 Análisis de Individuos..... | 29 |
| 4.2.3 Análisis Dimensión 3 y 4..... | 30 |
| 4.2.3.1 Análisis de Variables..... | 30 |
| 4.2.3.2 Análisis de Individuos..... | 31 |
| 5. CONCLUSIÓN..... | 32 |
| 6. AMENAZAS A LA VALIDEZ..... | 33 |
| 7. REFERENCIAS..... | 33 |
| 8. ANEXOS..... | 39 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Proceso de Búsqueda y selección de estudios relevantes | 12 |
| Figura 2 Estudios publicados por años | 13 |
| Figura 3 Estudios por tipo de publicación | 13 |
| Figura 4 Clasificación de relevancia de los estudios primarios | 14 |
| Figura 5 Clasificación de cantidad de citas en los estudios primarios | 14 |
| Figura 6 Tipo de solución desarrollada | 16 |
| Figura 7 Tipo de artefacto modelado | 16 |
| Figura 8 Tipo de modelo utilizado | 17 |
| Figura 9 Técnica utilizada en combinación con los megamodelos | 18 |
| Figura 10 Tipo de validación | 19 |
| Figura 11 Alcance del enfoque | 19 |
| Figura 12 Metodología usada | 20 |
| Figura 13 Regla de Asociación de Caso 1 en Orange Data Mining | 21 |
| Figura 14 Regla de Asociación de Caso 2 en Orange Data Mining | 22 |
| Figura 15 Regla de Asociación de Caso 3 en Orange Data Mining | 22 |
| Figura 16 Regla de Asociación de Caso 4 en Orange Data Mining | 23 |
| Figura 17 Regla de Asociación de Caso 5 en Orange Data Mining | 24 |
| Figura 18 Gráficas con valores atípicos | 26 |
| Figura 19 Dimensiones del PCA | 27 |
| Figura 20 Gráfica de variables - Dimensión 1 y 2 | 29 |
| Figura 21 Gráfica de individuos - Dimensión 1 y 2 | 30 |
| Figura 22 Gráfica de variables - Dimensión 3 y 4 | 31 |
| Figura 23 Gráfica de individuos - Dimensión 3 y 4 | 32 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Cadena de Búsqueda</i> | 6 |
| Tabla 2 <i>Criterios de inclusión y exclusión</i> | 6 |
| Tabla 3 <i>Criterios de evaluación de calidad – impacto</i> | 7 |
| Tabla 4 <i>Criterios de evaluación de calidad – calidad</i> | 7 |
| Tabla 5 <i>Criterios de extracción de datos</i> | 8 |
| Tabla 6 <i>Formulario para la extracción de datos</i> | 9 |
| Tabla 7 <i>Porcentajes de Criterios de Extracción</i> | 14 |
| Tabla 8 <i>Coordenadas de las variables activas del PCA</i> | 26 |
| Tabla 9 <i>Varianza acumulada por dimensiones</i> | 27 |

Índice de anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1 <i>Matriz de Estudios Primarios Seleccionados</i> | 39 |
| Anexo 2 <i>Matriz de evaluación de calidad</i> | 43 |
| Anexo 3 <i>Matriz de criterios de extracción para RQ1</i> | 53 |
| Anexo 4 <i>Matriz de criterios de extracción para RQ2</i> | 55 |
| Anexo 5 <i>Porcentaje de inercia explicado por un eje y por un plano</i> | 56 |
| Anexo 6 <i>Manual Reglas de asociación</i> | 57 |
| Anexo 7 <i>Manual Análisis de Componentes Principales</i> | 59 |

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA: MEGAMODELOS

RESUMEN

Este trabajo de titulación tuvo como propósito elaborar una revisión sistemática de la literatura para comprender el estado del conocimiento tecnológico sobre la aplicación de los megamodelos en la Ingeniería de Software, conforme a la guía propuesta por Kitchenham. La investigación abordó las siguientes preguntas: ¿Cómo se han utilizado los megamodelos en la Ingeniería de Software? y ¿Cómo se ha abordado la investigación en estudios sobre megamodelos? Inicialmente, se identificaron 409 estudios primarios, de los cuales, tras una rigurosa aplicación de criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 65 artículos significativos en el ámbito de esta investigación. Finalmente, se realizó una evaluación cuantitativa y cualitativa que identificó fortalezas, debilidades y la conexión entre los procesos industriales y la investigación académica. Aunque los megamodelos son fundamentales para la evolución de la Ingeniería de Software, su adopción en la industria sigue siendo limitada, siendo crucial la innovación para diversificarse en un entorno tecnológico cambiante.

Palabras clave: Análisis de Datos, Ingeniería de Software, Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), Megamodelos, Revisión Sistemática de Literatura.

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: MEGAMODELS

ABSTRACT

The purpose of this degree work was to elaborate a systematic literature review to understand the state of technological knowledge on the application of megamodels in Software Engineering, according to the guidelines proposed by Kitchenham. The research addressed the following questions: How have megamodels been used in Software Engineering? and How has research on megamodeling studies been approached? Initially, 409 primary studies were identified, from which, after a rigorous application of inclusion and exclusion criteria, 65 articles significant in the scope of this research were selected. Finally, a quantitative and qualitative assessment was conducted that identified strengths, weaknesses and the connection between industrial processes and academic research. Although megamodels are fundamental to the evolution of Software Engineering, their adoption in industry remains limited, with innovation being crucial to diversify in a changing technological environment.

Keywords: Data Analysis, Megamodels, Model-Driven Engineering (MDE), Software Engineering, Systematic Literature Review.