



**Facultad de Ciencias de la Administración**

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

**LENGUAJE DE MODELADO ESPECÍFICO DE  
DOMINIO VISUAL (VDSML) PARA  
INFRAESTRUCTURA DE CONTENEDORES DE  
APLICACIONES DE SOFTWARE**

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

**Autor:**

Kevin Sebastián Campoverde Ambrosi

**Director:**

Lenin Xavier Erazo Garzón

**Cuenca – Ecuador**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mi yo de pequeño, quien con sueños e ilusiones comenzó este camino, y que hoy sé que estaría lleno de orgullo por lo que hemos logrado.

A mis padres, por ser el refugio donde siempre encontré apoyo y el ejemplo de fortaleza que me ha guiado.

Gracias por cada sacrificio, por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba, y por mostrarme que no hay sueño demasiado grande si se lucha con el corazón.

A mis hermanas, por ser mis compañeras de vida, por cada palabra de aliento, cada risa compartida y por estar a mi lado sin importar las circunstancias. Su amor y apoyo han sido la fuerza que me ha mantenido firme en este trayecto.

A mis seres queridos, aquellos que ya no están pero que viven en mi memoria, y a los que aún me acompañan, gracias por cada gesto, cada momento, y por ser la luz que ilumina mi camino en los días oscuros.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a mi director del trabajo de titulación, Ing. Lenin Erazo, por su invaluable apoyo y su infinita paciencia a lo largo de este proceso. Su guía constante y sus palabras de aliento me permitieron superar los desafíos que surgieron, y su confianza en mi trabajo fue una motivación inquebrantable para seguir adelante. A la Ing. María Inés Acosta, mi profesora de titulación, le extiendo mi más sincera gratitud por su enseñanza, orientación y colaboración. Sus valiosos conocimientos y su disposición para ayudar en cada etapa del camino han sido fundamentales para la culminación de este trabajo de titulación, aportando no solo su experiencia, sino también su dedicación y generosidad. A mis amigos de la universidad, quienes compartieron conmigo cada paso de este viaje académico. Gracias por las risas, el apoyo mutuo en los momentos difíciles, y por ser un pilar de amistad y compañerismo a lo largo de estos años. Su compañía hizo este trayecto mucho más enriquecedor y llevadero, y los recuerdos que creamos juntos permanecerán siempre conmigo.

## 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.....	VII
Lenguaje de Modelado Específico de Dominio Visual (VDSML) para Infraestructura de Contenedores de Aplicaciones de Software.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 <i>Objetivo general</i> .....	1
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	1
2 MARCO TEÓRICO.....	1
2.1 INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS.....	1
2.2 LENGUAJES ESPECÍFICOS DEL DOMINIO.....	2
2.3 INFRAESTRUCTURA DE CONTENEDORES.....	2
3. ESTADO DEL ARTE.....	3
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
4.1 METODOLOGÍA.....	4
4.2 HERRAMIENTAS.....	5
4.2.1 <i>JavaScript</i> .....	5
4.2.2 <i>Node.js</i> .....	5
4.2.3 <i>Docker</i> .....	5
4.2.4 <i>Obeo Designer Community</i> .....	5
5 LENGUAJE DE MODELADO ESPECÍFICO DE DOMINIO VISUAL (VDSML) PARA INFRAESTRUCTURA DE CONTENEDORES DE APLICACIONES DE SOFTWARE.....	6
5.1 METAMODELO CONTAINER KIT.....	6
5.2 NOTACIÓN GRÁFICA DEL DSL.....	8
5.3 MOTOR DE GENERACIÓN DEL CONTAINER KIT.....	9
6 EVALUACIÓN EMPÍRICA DE LA SOLUCIÓN.....	10
6.1 ESCENARIO ILUSTRATIVO: PLATAFORMA DE COMERCIO ELECTRÓNICO.....	10
6.2 DISEÑO DEL CUASI-EXPERIMENTO.....	12
6.2 ADAPTACIÓN DEL MEM PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	13
6.3 EJECUCIÓN DEL CUASI EXPERIMENTO.....	14
6.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL CUASI EXPERIMENTO.....	14
7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	16
8. REFERENCIAS.....	17
9. ANEXOS.....	20

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Metodología de investigación de Gorschek et al. (2006) adaptada al trabajo de titulación	4
<b>Figura 2</b> Metamodelo para infraestructura de contenedores de aplicaciones de software .....	7
<b>Figura 3</b> Notación gráfica del DSL .....	8
<b>Figura 4</b> Arquitectura del motor de generación .....	9
<b>Figura 5</b> Escenario ilustrativo .....	11
<b>Figura 6</b> Diagrama de cajas de las variables de percepción (PEOU, PU, ITU) .....	15
<b>Figura 7</b> Síntesis de los resultados de la solución Container Kit utilizando el MEM.....	16

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Goal-Question-Metric aplicado al cuasi experimento .....	12
<b>Tabla 2</b> Cuestionario para medir la percepción del usuario .....	14
<b>Tabla 3</b> Cuestionario para medir la percepción del usuario .....	14
<b>Tabla 4</b> Resultado de las variables de percepción .....	15
<b>Tabla 5</b> Resultados de la prueba t=3 de una muestra .....	15
<b>Tabla 6</b> Resultados de las variables de desempeño del usuario .....	16

## Índice de anexos

<b>Anexo 1</b> Sitio web del experimento.....	20
<b>Anexo 2</b> Cuestionario de percepción sobre el Container Kit.....	20
<b>Anexo 3</b> Boletín del Experimento.....	24
<b>Anexo 4</b> Hoja de trabajo .....	35
<b>Anexo 5</b> Fotos de realización del cuasi experimento.....	40

# **LENGUAJE DE MODELADO ESPECÍFICO DE DOMINIO VISUAL (VDSML) PARA INFRAESTRUCTURA DE CONTENEDORES DE APLICACIONES DE SOFTWARE**

## **RESUMEN**

Con base en la Ingeniería Dirigida por Modelos y el Modelo de Transferencia Tecnológica, este trabajo propone una solución denominada Container Kit, conformada por un Lenguaje Específico de Dominio y un motor basado en modelos orientado al diseño e implementación de infraestructuras de contenedores para aplicaciones de software. La validación empírica de la solución se llevó a cabo en la Universidad del Azuay mediante un cuasi experimento, con el fin de evaluar su eficiencia, efectividad y percepción de los usuarios. Los resultados indican que Container Kit es percibido como fácil de usar y útil, lo cual repercute favorablemente en su intención de uso futuro. Este trabajo contribuye a cubrir la falta de enfoques especializados en la modelación de infraestructuras de contenedores, ofreciendo una solución práctica para mejorar la eficiencia en el desarrollo y despliegue de aplicaciones en entornos contenerizados.

Palabras clave: Contenedores, Infraestructura de Software, Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), Ingeniería de Software, Lenguaje Específico de Dominio (DSL), Programa de ordenador, Transformaciones

## **VISUAL DOMAIN-SPECIFIC MODELING LANGUAGE (VDSML) FOR SOFTWARE APPLICATION CONTAINER INFRASTRUCTURE ABSTRACT**

Based on Model-Driven Engineering and the Technology Transfer Model, this work proposes a solution called Container Kit, consisting of a Domain-Specific Language and a model-based engine aimed at the design and implementation of container infrastructures for software applications. The empirical validation of the solution was carried out at the University of Azuay through a quasi-experiment, to evaluate its efficiency, effectiveness, and user perception. The results indicate that Container Kit is perceived as easy to use and useful, which positively impacts its future usage intention. This work contributes to addressing the lack of specialized approaches in container infrastructure modeling, offering a practical solution to improve efficiency in the development and deployment of applications in containerized environments.

Keywords: Computer software, Containers, Domain-Specific Language (DSL), Model-Driven Engineering (MDE), Software Engineering, Software Infrastructure, Transformations