

# Aprovisionamiento automático en la nube mediante la Ingeniería Dirigida por Modelos

Alberto Cortez<sup>1,2</sup>, Carlos Martínez<sup>1,2</sup>, Raúl Varela<sup>1,2</sup>,  
Pablo Peña<sup>1</sup>, Valentín Fernández<sup>1</sup>, Claudia Naveda<sup>1,2</sup>  
Raúl Moralejo<sup>1</sup>, Alejandro Vazquez<sup>1</sup>.

UTN Facultad Regional Mendoza, Ingeniería en Sistemas de Información,  
<sup>1</sup>Laboratorio de Auditoría y Seguridad de TIC,  
<sup>2</sup>Universidad de Mendoza, Instituto de Informática

## RESUMEN

El despliegue y control de una aplicación compleja sobre un conjunto heterogéneo de proveedores es un problema al que los clientes de las plataformas de cloud se enfrentan diariamente. Los proveedores exponen sus servicios utilizando especificaciones independientes, incurriendo en una falta de portabilidad e interoperabilidad. Esto trae como consecuencia el uso restringido o propietario de una tecnología, solución o servicio. Por otro lado, la integración continua y el aprovisionamiento de la infraestructura en la nube, provoca tareas repetitivas.

Para resolver el problema planteado se propone en la presente investigación proveer soporte para la gestión de herramientas DevOps. Se formulan dos propuestas, definir un Lenguaje Específico de Dominio basado en el concepto de Infraestructura como Código. Y la creación de una herramienta que apoya este lenguaje que permite modelar gráficamente.

Los aspectos que podrán modelar los ingenieros de software son, el estado final de un aprovisionamiento de infraestructura en la nube y los microservicios orquestados. De este modo se genera el aprovisionamiento de scripts multiplataforma como solución

guiada por la infraestructura como código. La herramienta propuesta optimiza y facilita el proceso de desarrollo en el marco de la ingeniería de software dirigida por modelos.

**Palabras Claves:** Ingeniería de Software Dirigida por Modelos, DevOps, IaaS, IaC, Microservicios, CTS.

## CONTEXTO

Este proyecto de investigación de reciente creación se encuentra en desarrollo en el marco del grupo AuSegTIC (Grupo de Auditoría y Seguridad de TIC) y el GRUPO GRID TICs, ambos grupos pertenecientes a la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Es un proyecto interinstitucional entre la UTN FRM y el Instituto de Informática de la Universidad de Mendoza.

La misma es parte de un proceso de incentivación para el desarrollo de actividades I/D, que se originan en el marco de este acuerdo.

## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE, por sus siglas en inglés)[1], es un paradigma de desarrollo de software que utiliza modelos para

la generación de código y otros artefactos [2]. Estos modelos pueden crearse con lenguajes de modelado de propósito general, por ejemplo, UML[3] o con un DSL, en inglés (Domain Specific Language)[4] Incorpora al proceso de producción de software la abstracción y el formalismo necesario, para automatizar y optimizar tareas críticas del proceso de desarrollo. De esta forma, MDE permite mejorar la productividad, la portabilidad, la interoperabilidad y el mantenimiento de los sistemas .

La Ingeniería de Software Dirigida por Modelos se puede utilizar para proveer soporte al proceso de aprovisionamiento de infraestructura como código en la nube y microservicios aplicando las mejores prácticas de DevOps.

El área de DevOps [5], está conformada por desarrolladores y personal de operaciones, que necesitan definir, actualizar y ejecutar los recursos de infraestructura en diferentes proveedores de servicios en la nube. La Infraestructura como servicio (IaaS, por sus siglas en inglés) [6], es un tipo de servicio de informática en la nube que ofrece recursos esenciales de proceso, almacenamiento y redes a petición que son de pago por uso . La Infraestructura como Código (IaC, por sus siglas en inglés ) [7], es el proceso de automatizar los cambios en la infraestructura a través de código en lugar de procesos manuales, para lograr escalabilidad, fiabilidad y seguridad.

El problema que los clientes de las plataformas de cloud deben enfrentar es el despliegue y control de una aplicación compleja sobre un conjunto heterogéneo de proveedores. Los proveedores de servicios IaaS ofrecen diferentes tipos de infraestructura con diversidad de lenguajes de scripting para: definir, actualizar y ejecutar la infraestructura en la nube.

Los proveedores exponen sus servicios de acuerdo con especificaciones heterogéneas incurriendo en una falta de portabilidad e interoperabilidad convergiendo en la problemática que implica el uso restringido o propietario de una tecnología, solución o servicio desarrollado por un proveedor.

La integración continua y el aprovisionamiento de la infraestructura en la nube, provoca tareas repetitivas. Además se necesita personal con un alto grado de capacitación para configurar todo el entorno.

En la actualidad, existen varias herramientas para gestionar el aprovisionamiento de infraestructura. Estas utilizan scripts para definir el estado final de la infraestructura en la nube. Sin embargo, la gestión de lenguajes de scripts de diferentes herramientas de la comunidad DevOps para el aprovisionamiento de infraestructura, es una tarea que requiere mucho tiempo y es propensa a errores a la que se enfrentan los profesionales. Además, la integración infraestructura-microservicio se convierte en una ardua tarea cuya complejidad crece a la par de la arquitectura del software que se pretende desplegar.

Existen trabajos de investigación relacionados que abordan los problemas de la Infraestructura como Código mediante el desarrollo dirigido por Modelos (MDD, por sus siglas en inglés). Podemos destacar a: [8], [10] y [11].

En [8], (Borisova) se analiza la aplicabilidad del estándar TOSCA [9] para unificar el despliegue y la orquestación no sólo de los recursos provistos por la virtualización basada en la nube, sino también usando contenedores.

En [10], (Sandobalín) se presenta una herramienta para modelar el estado final de aprovisionamiento de la infraestructura en la nube a través de un DSL con una notación

gráfica. En [11], (Brabra) propone un enfoque de orquestación dirigido por modelos, que utiliza TOSCA para describir artefactos de recursos en la nube. Utilizan una técnica de transformación en el marco de la ingeniería dirigida por modelos (MDE).

La diferencia fundamental de las propuestas [8], [10] y [11] con nuestra propuesta, está en el metamodelo propuesto y la notación gráfica con Sirius[12] que representa la sintaxis concreta. Los elementos contemplados en el metamodelo permiten el diseño de la notación gráfica que contempla el aprovisionamiento con contenedores utilizando Kubernetes Engine y otros proveedores de servicios como: Google y Amazon. Esto le permite al DevOps contar con una herramienta fácil de usar y flexible. Además se brinda una solución que abstrae la complejidad de especificar los recursos de infraestructura de diversos proveedores de servicios, así como la automatización de la generación de scripts para el aprovisionamiento y configuración de la infraestructura en la nube. Nuestra propuesta permite el modelado de la infraestructura teniendo en cuenta las aplicaciones que se van a desplegar, como las clases y las rutas de cada microservicio. Se integra no sólo la infraestructura, sino también los microservicios y el código, permitiendo un despliegue ya integrado.

Este proyecto de investigación tiene como objetivo optimizar el proceso de aprovisionamiento de infraestructura en la nube mediante el diseño e implementación de un artefacto que permita reducir riesgos y mejorar la calidad en el proceso productivo del software.

Para resolver el problema planteado se propone proveer soporte para la gestión de herramientas DevOps, a través de la definición de un Lenguaje Específico de Dominio basado

en el concepto de Infraestructura como Código, y una herramienta que apoya este lenguaje que permite modelar el estado final de un aprovisionamiento infraestructura en la nube como así también el modelado de los microservicios orquestados, generando el aprovisionamiento de scripts multiplataforma como solución guiada por la infraestructura como código. La herramienta propuesta optimiza y facilita el proceso de desarrollo en un marco de calidad en base al desarrollo de software dirigido por modelos.

En resumen, el aporte de esta propuesta es Accelerate, una herramienta de modelado de infraestructura para el aprovisionamiento de la nube y microservicios orquestados, que pretende abstraer la complejidad de trabajar con diferentes herramientas DevOps a través de un dominio específico y proveer una configuración inicial parametrizable, que pueda ser utilizada como un marco de trabajo que guíe tanto el desarrollo como el despliegue del software.

## **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN**

La línea de investigación propuesta se enfoca en utilizar el enfoque de la Ingeniería de Software Dirigida por Modelos. Para proveer soporte al proceso de aprovisionamiento de infraestructura como código en la nube y microservicios. Aplicando las mejores prácticas de DevOps, para la mejora de la calidad del Software, desde una perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).

El objeto de estudio es crear un nuevo artefacto denominado Accelerate para proveer soporte a la Infraestructura como Código en el proceso de aprovisionamiento de infraestructura en la nube y la orquestación de Microservicios.

## RESULTADOS ESPERADOS

Se definen los siguientes objetivos:

### Objetivo General

Optimizar el proceso de aprovisionamiento de infraestructura en la nube mediante el diseño e implementación de un artefacto Accelerate, a los efectos de reducir riesgos y mejorar la calidad en el proceso productivo del software con un enfoque de la ciencia tecnología y sociedad (CTS).

### Objetivos Específicos:

- Diseñar una aproximación de MDE (Ingeniería dirigida por modelos) para el aprovisionamiento en la nube y modelado de microservicios orquestados. En este caso, el artefacto Accelerate plantea mejorar el proceso de aprovisionamiento de infraestructura en la nube utilizando IaC y MDE.
- Diseñar un metamodelo que permita abstraer los conceptos fundamentales de la infraestructura en la nube y que establezca la sintaxis abstracta.
- Diseñar un lenguaje específico de dominio y sus correspondientes editores proporcionando la sintaxis concreta, para el modelado y generación de prototipos.
- Definir las plantillas que generan los script de la IaC como ingreso a las transformaciones de modelo a texto (M2T).
- Definir los pasos estratégicos y sistemáticos para la incorporación del marco referencial que acompañen al proceso de desarrollo de software.
- Evaluar y validar el marco referencial propuesto para el desarrollo de software a través del enfoque de desarrollo de software de ingeniería experimental.

-Implementar la seguridad en el diseño, desarrollo y funcionamiento de Accelerate.

-Incorporar la evaluación e innovación de tecnología necesaria para el proyecto desde una perspectiva CTS.

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En este proyecto se ha previsto la siguiente contribución a la formación de recursos humanos:

Formación en investigación de docentes, graduados y estudiantes de las Universidades participantes.

Soporte y apoyo didáctico a las cátedras participantes (Proyecto Final, Habilitación Profesional, Desarrollo de Software Dirigido por Modelos (Electiva),y Evaluación e Innovación de Tecnología desde la perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) (Electiva) del Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, como así también al Instituto de Informática y las cátedras Auditoría de Sistemas y Diseño de Sistemas de la Universidad de Mendoza,

Por tratarse de un proyecto de investigación interinstitucional, contribuye a la vinculación de las universidades participantes cooperando en la creación de conocimiento (Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza y la Universidad de Mendoza).

Se formarán ayudantes de primera y segunda en las materias participantes, elaborarán seminarios y talleres en los temas incluidos en esta línea de investigación, para estudiantes, graduados y docentes de las carreras involucradas y para organizaciones públicas y privadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Schmidt, D.C.: Model-driven engineering. COMPUTER-IEEE COMPUTER SOCIETY- 39(2), 25 (2006)
- [2] Patterns: Model-Driven Development Using IBM Rational Software Architect, Peter Swithinbank, Mandy Chessell, Tracy Gardner, Catherine Griffin, Jessica Man, Helen Wylie, Larry Yusuf, disponible en [ibm.com/redbooks](http://ibm.com/redbooks).
- [3] Unified Modeling Language(UML).version 2.4 OMG,<http://www.omg.org/spec/UML/2.4.1/>
- [4] Brambilla M. , Cabot J. , Wimmer M. (2017) “Model-Driven Software Engineering in Practice”. Second Edition. Morgan & Claypool Publisher.University of Illinois at Chicago.
- [5] C. A. Cois, J. Yankel, and A. Connell, “Modern devops: Optimizing software development through effective system interactions.” in IPCC. IEEE, 2014, pp. 1–7.
- [6] ¿Qué es IaaS?, último acceso: febrero 2023. [Online]: Available:<https://azure.microsoft.com/es-mx/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-iaas/>
- [7] K. Morris, Infrastructure As Code: Managing Servers in the Cloud. O’Reilly & Associates Incorporated, 2016.
- [8] Borisova, A., Shvetcova, V., & Borisenko, O. (2020). Adaptation of the TOSCA standard model for the Kubernetes container environment. Proceedings - 2020 Ivannikov Memorial Workshop, IVMEM 2020, 9–14. <https://doi.org/10.1109/IVMEM51402.2020.00008>
- [9] Lauwers, C., & Tamburri, D. (n.d.). OASIS Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications (TOSCA) TC. [https://www.oasis-open.org/committees/tc\\_home.php?wg\\_abbrev=tosca](https://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=tosca).
- [10] Sandobalín, J., Insfran, E., & Abrahão, S. (2017). Automatización del Aprovechamiento de Infraestructura en la Nube. 11705/JCIS/2017/018
- [11] Brabra, H., Mtibaa, A., Gaaloul, W., Benatallah, B., & Gargouri, F. (2019). Model-driven orchestration for cloud resources. IEEE International Conference on Cloud Computing, CLOUD, 2019-July. <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2019.00074>
- [12] The easiest way to get your own Modeling Tool [Internet]. Ottawa, Ontario:Eclipse Foundation [ citado 09 Ago 2020] Disponible en: <https://www.eclipse.org/sirius/>