

Título

Diseño y desarrollo de los bloques esenciales de un meta-sistema operativo para la transición hacia el paradigma del continuo de computación *Cloud-Edge-IoT*

Resumen

El paradigma del *cloud computing* ha sido el claro dominador durante la última década, periodo en el cual numerosas corporaciones comenzaron a migrar su infraestructura de computación a la nube. El amplio dominio de este paradigma ha permitido consolidar tanto sus patrones de diseño como las tecnologías que lo habilitan (conocidas como *cloud-native*), entre las que destacan la virtualización de servicios en contenedores y su orquestación con Kubernetes.

Sin embargo, en los últimos años ha emergido una tendencia que consiste en acercar la ejecución de los servicios a las fuentes de datos, dando lugar al paradigma denominado como *edge computing*. Esta acción se traduce en diferentes mejoras, como la reducción de la latencia y del ancho de banda consumido, así como un mayor control sobre los datos, beneficios que han sido posibles gracias a una mejora en las redes de comunicaciones y al aumento paulatino de las capacidades de computación de dispositivos tradicionalmente limitados. No obstante, también introduce nuevos desafíos técnicos y operativos derivados de la heterogeneidad, la distribución y las limitaciones de estos entornos. Además, este movimiento ha ido acompañado de un esfuerzo para adaptar las tecnologías y patrones de diseño propias del *cloud* a las particularidades del *edge*, destacando nuevamente la ejecución de contenedores.

Ambos paradigmas de computación, junto con el *Internet of Things* (IoT), convergen en el llamado continuo de computación *Cloud-Edge-IoT* (CEI), que ha sido identificado como uno de los objetivos claves en materia de innovación por la Comisión Europea, y cuyo propósito consiste en la creación de un marco común de interoperabilidad sobre la heterogeneidad inherente al espectro computacional completo. Esta evolución de los paradigmas de computación ha sido analizada en esta tesis usando como hilo conductor los diferentes proyectos de investigación en los que el doctorando ha participado a lo largo de su carrera investigadora.

A pesar de estos avances, actualmente existe una brecha significativa para la implementación real del novedoso continuo de computación. Esta tesis doctoral busca contribuir a cerrar esta brecha mediante el desarrollo de los bloques elementales que habilitan la creación de un meta-sistema operativo (Meta-OS) para gobernar el continuo de computación. El desarrollo de este Meta-OS se sustenta sobre cuatro pilares claves: la federación entre dominios, la orquestación descentralizada de servicios, un sistema de monitorización y observabilidad, y una plataforma de gestión unificada.

Los componentes fundamentales de este Meta-OS han sido validados en diferentes casos de uso, que han sido seleccionados siguiendo una estrategia de validación progresiva basada en su nivel de TRL. Asimismo, el Meta-OS ha actuado como elemento habilitador clave de varios casos de uso reales

pertenecientes a empresas líderes en diferentes sectores verticales, enmarcados en el proyecto europeo aerOS.

Por último, en esta tesis se aborda la prospectiva del Meta-OS desarrollado mediante la introducción de la prometedora tecnología de virtualización WebAssembly, que promete establecerse como una alternativa sólida a los contenedores en los próximos años.