

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/338582836>

Desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios: tendencias y desafíos de investigación

Article in *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao* · July 2019

CITATION

1

READS

2,188

3 authors:



Fredy Humberto Vera-Rivera

Universidad Francisco de Paula Santander

32 PUBLICATIONS 52 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Hernán Astudillo

Universidad Técnica Federico Santa María

182 PUBLICATIONS 1,114 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mauricio Gaona

Universidad del Valle (Colombia)

13 PUBLICATIONS 15 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Propuesta de aplicación de la ingeniería del software basada en componentes en el desarrollo de software empresarial [View project](#)



Cyber-resilience and software architectures [View project](#)

Desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios: tendencias y desafíos de investigación

Fredy H. Vera-Rivera^{1,2}, Carlos Mauricio Gaona Cuevas², Hernán Astudillo³

fredyhumbertovera@ufps.edu.co, mauricio.gaona@correounivalle.edu.co, hernan@inf.utfsm.cl

¹ Grupo de Investigación GIA, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta, Colombia

² Grupo de Investigación GEDI, Universidad del Valle, Cali, Colombia.

³ Grupo de Investigación Toeska, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

Pages: 107–120

Resumen: Los microservicios son un enfoque arquitectónico y organizativo del desarrollo de software en el que las aplicaciones están compuestas por pequeños servicios independientes que se comunican a través de un API bien definida y protocolos ligeros. En este trabajo se realizó una revisión de literatura para identificar los desafíos y tendencias de investigación presentes en las fases del proceso de desarrollo y en la gestión de atributos de calidad de este tipo de aplicaciones. Las tendencias se encuentran en la fase de desarrollo y en la fase de diseño; los atributos de calidad más estudiados son la escalabilidad y la calidad del servicio. Los desafíos de la investigación se centran en: definir el nivel de granularidad de los microservicios, modularización y refactorización de servicios, integración con la interfaz de usuario, seguridad, orquestación, monitoreo, gestión y supervisión de microservicios, tolerancia a fallas, recuperación y auto reparación de microservicios.

Palabras-clave: Desarrollo de software; microservicios; escalabilidad; calidad de servicio.

Development of microservices-based applications: trends and research challenges

Abstract: Microservices are an architectural and organizational approach to software development in which applications are composed of small, independent services that communicate through a well-defined API and lightweight protocols. In this work, a literature review was carried out to identify the challenges and research trends present in the phases of the development process and in the management of quality attributes of this type of applications. The trends are in the development and design phase; the most studied quality attributes are scalability and quality of service. The research challenges focus on: defining the level of granularity of microservices, modularization and refactoring of services, integration with the

user interface, security, orchestration, monitoring, management and supervision of microservices, fault tolerance, recovery and self-repair of microservices.

Keywords: Software development; Microservices; scalability; quality of service.

1. Introducción

Actualmente las empresas de desarrollo de software deben codificar, probar y desplegar las aplicaciones realizando lanzamiento de nuevas versiones en duraciones cada vez más cortas. Anteriormente las versiones de software ocurrirían una o dos veces al año, ahora, dadas las oportunidades competitivas del mercado, se requieren entregas en períodos de tiempo más cortos. Por lo tanto, estas organizaciones necesitan innovar y mejorar su proceso de desarrollo, adoptando prácticas y métodos novedosos en la industria como son: prácticas ágiles, DevOps y microservicios (O'Connor, Elger, & Clarke, 2016).

Por otro lado, la gestión de la información de las aplicaciones ha crecido considerablemente, cientos o miles de usuarios se conectan simultáneamente y ejecutan muchas transacciones a la vez; lo cual puede afectar el consumo de recursos computacionales y atributos de calidad, los cuales deben ser administrados eficientemente de tal manera que la aplicación cumpla con sus objetivos y necesidades. Actualmente estos recursos son gestionados y desplegados principalmente en la nube. Las aplicaciones tradicionalmente suelen ser grandes y monolíticas, por lo que es difícil migrar a la nube y desacoplar este tipo de aplicaciones. La arquitectura de microservicios ayuda a reducir la complejidad de gestionar y manejar estas características: escalado automático y granular, pruebas automatizadas, integración y despliegue continuo, seguridad y tolerancia a fallas. El desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios facilita actualizaciones permanentes, más rápidas y automatizadas usando las prácticas de DevOps, logrando entregas más cortas, automatizadas y probadas ampliamente.

En este trabajo de investigación se realiza una revisión de literatura para identificar y describir las tendencias de investigación actuales en el proceso de desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios. Se detallan y clasifican por fase del proceso de desarrollo los vacíos de investigación y posibles trabajos futuros. También se identifican y resumen otras revisiones de literatura que detallan el estado del arte y de la práctica del desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios. En la sección 2 se presentan los trabajos relacionados, posteriormente en la sección 3 se presentan la metodología llevada a cabo en la revisión de literatura, luego en la sección 4 se detallan los resultados obtenidos, resaltando las tendencias, avances y vacíos de investigación por fase del proceso de desarrollo; por último, en la sección 5 se dan las conclusiones.

2. Trabajos relacionados

Se han publicado un conjunto amplio de revisiones de literatura en el área de investigación de la arquitectura de microservicios. Estas revisiones están enfocadas en diferentes aspectos de los microservicios, como son: modelaje y arquitectura de aplicaciones, patrones de diseño y desarrollo, adopción industrial, estados de la práctica, revisión de literatura gris, análisis y entrevistas a líderes industriales, arquitectos de software y

desarrolladores de aplicaciones basadas en microservicios. A continuación, se resumen en orden cronológico estas revisiones de literatura:

N. Alshuqayran, N. Ali y R. Evans, llevan a cabo un estudio centrado en la identificación de los retos arquitectónicos se enfrentan los sistemas de microservicios, los diagramas / vistas arquitectónicas y los atributos de calidad de los microservicios (Alshuqayran, Ali, & Evans, 2016). Claus Pahl y Pooyan Jamshidi, identifican las principales motivaciones prácticas de los microservicios, los tipos de arquitecturas involucradas y los métodos, las técnicas y el soporte de herramientas existentes para permitir el desarrollo y la operación de la arquitectura de microservicio (Pahl & Jamshidi, 2016).

Di Francesco, P. Malavolta y P. Lago, se enfocan en determinar cuáles son las tendencias de publicación de los estudios de investigación sobre la arquitectura con microservicios y en cuál es el potencial para la adopción industrial de la investigación existente sobre la arquitectura con microservicios (Francesco, Malavolta, & Lago, 2017). Esta revisión fue ampliada, mejorada, más detallada y publicada en una revista internacional por los autores en (Di Francesco, Lago, & Malavolta, 2019). Hulya V, Murat K y Sinem G, llevan a cabo una revisión de la literatura para comprender las tendencias de microservicios, estándares emergentes y posibles lagunas de investigación. Concluyen que “los microservicios son un tema de tendencia y la predicción es que veremos una tendencia creciente en el futuro cercano (Vural, Koyuncu, & Guney, 2017).

Olaf Zimmermann extrae los principios de microservicios de la literatura y realiza una comparación con SOA, destaca los puntos críticos en la literatura de microservicios, como resultado de la revisión de la literatura SOA / microservicios y de discusiones con líderes de opinión industrial, desarrolladores y miembros de la comunidad orientada a servicios (Zimmermann, 2017). Jamshidi y otros, presentan una perspectiva tecnológica y arquitectural de la evolución de los microservicios. En esta introducción editorial también se establecen los desafíos de investigaciones futuras (Jamshidi, Pahl, Mendonca, Lewis, & Tilkov, 2018).

Jacopo Soldani y otros, analizan sistemáticamente la literatura industrial gris sobre microservicios para definir el estado de la práctica, identifican los problemas y beneficios técnicos / operativos del estilo arquitectónico basado en microservicios, a un nivel industrial (Soldani, Tamburri, & Heuvel, 2018). Ghofrani Javad y Lübke Daniel, se enfocan en resolver estas preguntas: ¿Cuáles son los principales desafíos / preocupaciones en el diseño y el proceso de desarrollo de microservicios? ¿Cuáles son las principales razones para aprovechar y prevenir el uso de enfoques sistemáticos en las arquitecturas de microservicios? ¿Hay alguna sugerencia o solución de los expertos para mejorar aspectos de la arquitectura de microservicios? proporcionan un mapa actualizado del estado de la práctica en la arquitectura de microservicios y sus complejidades para futuras investigaciones (Ghofrani & Lübke, 2018).

Mohammad Sadegh Hamzehlouei y otros, el objetivo de este estudio es conocer las tendencias comunes y la dirección de las investigaciones en microservicios, evidencian un número creciente de documentos de evaluación, lo que indica que los microservicios han comenzado a implementarse más ampliamente en el mundo real (Hamzehlouei, Sahibuddin, & Salah, 2019). Sara Hassan, Rami Bahsoon y Rick Kazman realizan un

mapeo sistemático con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la transición a los microservicios; consolidan varias opiniones (industriales, investigadores y académicos) de los principios, métodos y técnicas que se adoptan comúnmente para ayudar en la transición a los microservicios – Microservitización (Hassan, Bahsoon, & Kazman, 2019).

En este trabajo se resumen, condensan y clasifican los vacíos de investigación por fase del proceso de desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios, basados en las revisiones anteriores y en nuestra propia revisión, esta revisión es complementaria a los trabajos relacionados. El uso de la arquitectura de microservicios es un tema de mucho interés a nivel industrial, académico e investigativo, por lo tanto, resumir, identificar y clasificar los vacíos de investigación pueden plantear caminos a seguir en futuras investigaciones. En esta revisión la selección de los artículos se realiza clasificando los resultados de la búsqueda por los más relevantes y los más citados según la clasificación dada en cada base de datos, siendo esta una diferencia fundamental con las otras revisiones, aunque los resultados son muy similares.

3. Metodología

El método llevado a cabo para recopilar la información y realizar la revisión de literatura se puede apreciar en la figura 1. Primero se definieron los criterios de búsqueda (tabla 1) en cada una de las bases de datos, luego se seleccionaron para cada criterio de búsqueda los artículos más relevantes y los artículos más citados, posteriormente se ordenaron y eliminaron los artículos repetidos, luego se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, luego se revisaron uno a uno los artículos seleccionados, detallando el trabajo y los aportes realizados; por último, se dan las conclusiones de este proceso. La búsqueda de literatura se realizó en octubre de 2018.

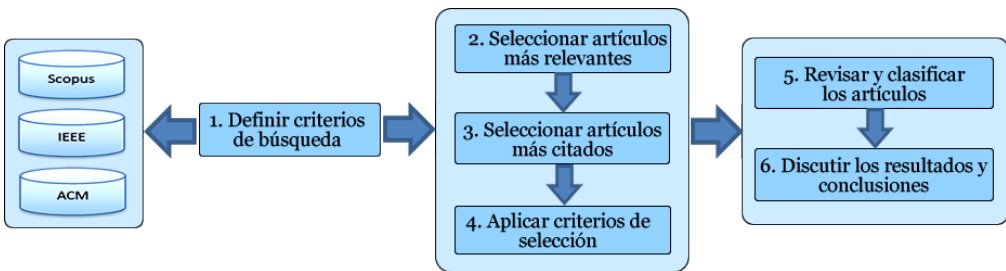


Figura 1 – Método llevado a cabo en la revisión de literatura

Las preguntas de investigación cubiertas en esta revisión de literatura son:

1. ¿Cuáles son las tendencias actuales en los trabajos de investigación en el desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios?
2. ¿Cuáles son los principales desafíos pendientes de resolver en el desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios?
3. ¿Qué lenguajes, modelos o herramientas de especificación de la arquitectura de microservicios han sido publicados?

La búsqueda se realizó en las bases de datos de publicaciones científicas más importantes del mundo en el área de la computación, como son IEEE, Scopus y ACM. Se definieron 4 cadenas o criterios de búsqueda (ver tabla 1) y se aplicaron en cada base de datos. Luego, se definen los criterios de inclusión y exclusión usados para seleccionar los artículos que fueron parte de este estudio.

Criterio de búsqueda	Descripción	Pregunta a resolver
<i>Microservice or micro service</i>	Se buscaron todas las publicaciones relacionadas con los microservicios.	Pregunta de investigación 1 y 2
<i>“Microservices” and “Web Development”</i>	Trabajos relacionados al desarrollo de aplicaciones web y microservicios	Pregunta de investigación 1 y 2
<i>“Microservices” and “Agile”</i>	Trabajos relacionados entre microservicios y desarrollo o metodologías ágiles.	Pregunta de investigación 1 y 2
<i>(“micro service” OR microservice) AND (design OR model OR specification)</i>	Trabajos relacionados entre microservicios, diseño, modelaje y especificación	Pregunta de investigación 3

Tabla 1 – Criterios de búsqueda

Criterios de inclusión:

1. Los trabajos de revisión de literatura, mapeo o revisión sistemática de literatura, los cuales identifican vacíos y tendencias de investigación en microservicios.
2. Artículos de investigación primarios que se centran en el diseño, la arquitectura, el desarrollo, el despliegue, el monitoreo o pruebas de aplicaciones basadas en microservicios.
3. Artículos de investigación primarios que proponen lenguajes, modelos o herramientas de especificación de la arquitectura de aplicaciones basadas en microservicios.
4. Trabajos presentados en conferencias internacionales, revistas internacionales y capítulos de libros en el campo de la ingeniería del software.

Criterios de exclusión:

1. Artículos de opinión, tutoriales, ejemplos o experiencias que no realicen un aporte al área de investigación de los microservicios.
2. Artículos que utilizan a los microservicios como un tópico secundario.
3. Literatura disponible solo en forma de resumen, blogs, videos o presentaciones.
4. Artículos que no están escritos en inglés o español.

4. Resultados

Al realizar la búsqueda por cada uno de los criterios en las bases de datos de publicaciones científicas se obtuvieron los resultados presentados en la figura 2. Es de resaltar que se hicieron 4 procesos de búsqueda, uno por cada criterio de consulta y para cada uno se analizaron los artículos más relevantes y los más citados. Se revisaron las tendencias

actuales de trabajos de investigación publicados en todo el mundo, entre los años 2015 y 2018 principalmente. Después de aplicar los criterios de selección, se obtuvo una muestra de 101 artículos.

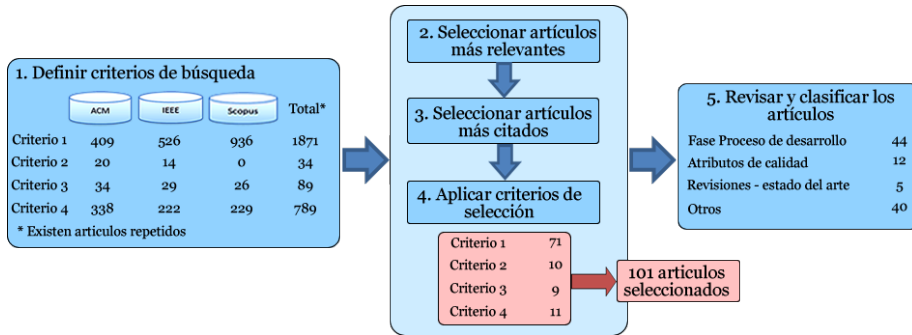


Figura 2 – Resultados en cada etapa del método llevado a cabo en la revisión de literatura

4.1. Tendencias de investigación en desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios

Para identificar las tendencias y los vacíos de investigación en el desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios, se clasificaron en las fases del proceso de desarrollo y en las áreas operacionales que se muestran en la tabla 2. Además, se clasificaron según los atributos de calidad estudiados y en otros factores diferentes al proceso de desarrollo. Los criterios de clasificación se basan en el trabajo propuesto por (Wieringa, Maiden, Mead, & Rolland, 2006) y se usan ampliamente en las revisiones de literatura planteadas en la sección 2. Las áreas operacionales se identificaron también a partir esas revisiones de literatura.

Fase del proceso de desarrollo	Area Operacional
Diseño	1) Modelado de procesos de negocio. 2) Arquitectura
Desarrollo	1) Lenguaje de programación, 2) IDE de desarrollo, 3) Funcionalidad, 4) Descubrimiento de servicios, 5) Granularidad, 6) Composición – integración, 7) Buenas prácticas, 8) Base de datos, 9) Multitenant
Pruebas	Pruebas (sin división)
Despliegue	1) Despliegue, 2) DevOps
Monitoreo	1) Monitoreo, 2) Analíticas

Tabla 2 – Fases del proceso de desarrollo y áreas operacionales

La Figura 3.a muestra la distribución por fase del proceso de desarrollo de los artículos revisados. Se puede observar que el foco de la investigación se centra en el desarrollo o implementación de microservicios con el 22% de los artículos, seguido por la fase de diseño con el 10%, pruebas y despliegue también han sido abordadas con el 6%.

No se encontraron artículos específicos en la fase de monitoreo, siendo este un punto importante de los microservicios que requiere mayor investigación.

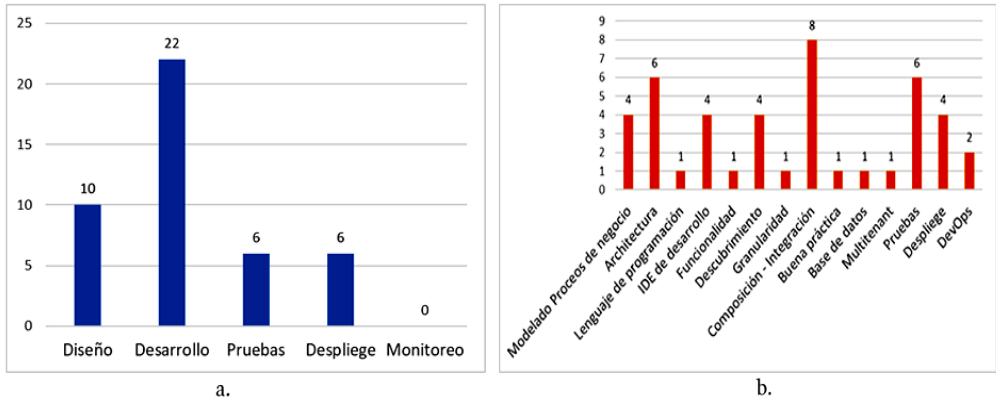


Figura 3 – a. Distribución de los artículos por fase del proceso de desarrollo. b. Distribución de los artículos por área operacional.

La Figura 3.b muestra estos resultados detallados por área operacional, corresponden a 44 de los artículos revisados 43,6%. En esta división, el mayor número de trabajos corresponde a las técnicas o métodos de composición e integración de microservicios con un 18.2%, seguido por modelos o métodos para definir la arquitectura de microservicios y pruebas con 13.6%. En el siguiente grupo aparecen áreas como modelado de procesos de negocios, entornos de desarrollo integrados, descubrimiento de microservicios y despliegue con un 9.1%. La definición de la granularidad de microservicios, los lenguajes de programación específicos para microservicios, la funcionalidad, la definición de buenas prácticas, las técnicas para refactorizar la base de datos, el uso de arquitecturas multitenan, con el 2,3% de los artículos; evidenciando que hay vacíos de investigación en

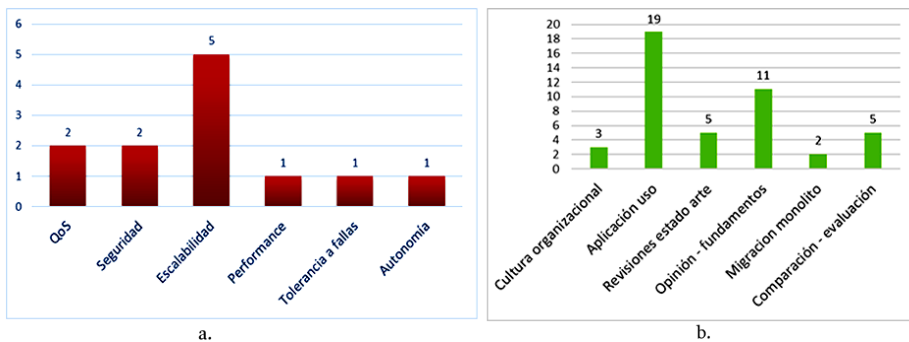


Figura 4 – a. Distribución de los artículos por atributos de calidad. b. Distribución de los artículos por otros factores diferentes al proceso de desarrollo.

estos temas. Luego aparece DevOps con un 4,5%, siendo bajo el número de los artículos, DevOps es fundamental para el desarrollo de aplicaciones basada en microservicios. En otras áreas como la orquestación, la disponibilidad, el monitoreo y las analíticas no se encontraron trabajos, evidenciado que hacen falta investigaciones.

En la figura 4.a se presentan los artículos que se enfocan en atributos de calidad, correspondiendo a 12 artículos siendo el 11,9%. El atributo de calidad más estudiado es la escalabilidad con 41,7%, seguido por la calidad del servicio QoS y seguridad con 16,7%. Por último, aparecen atributos como el rendimiento, la tolerancia a fallas y la autonomía con 8,3%.

En la figura 4.b, se clasifican los artículos por otros factores diferentes al proceso de desarrollo, encontrando 45 artículos en esta división (45,9%). Se puede apreciar que la aplicación y uso de la arquitectura de microservicio en otras áreas es la de mayor número de trabajos con el 42% de ellos, seguidos por los artículos de opinión y fundamentos con 24,4%, estos artículos discuten las propiedades y plantean los diferentes conceptos teóricos y prácticos de los microservicios. Luego siguen las revisiones de literatura o estados del arte junto con las comparación y evaluación de los microservicios 11,11%. Por último, aparecen artículos que discuten la cultura organizacional y las migraciones de monolitos a microservicios.

Area de clasificación	Porcentaje de artículos	Tendencia de investigación
<i>Proceso de desarrollo</i>	43.6%	1) Fase de desarrollo: Técnicas de composición e integración. 2) Fase de diseño: Arquitectura. 3) Pruebas.
<i>Atributos de calidad</i>	11,9%	1) Escalabilidad, 2) Calidad del servicio – QoS. 3) Seguridad
<i>Otros factores</i>	44.5%	1) Aplicación uso en otras áreas. 2) Opinión y fundamentos de los microservicios

Tabla 3 – Tendencias de investigación en microservicios

En resumen, la tabla 3 condensa las tendencias de investigación encontradas en esta revisión de literatura. Para finalizar, se analizaron otras áreas de aplicación de los microservicios, estas se pueden apreciar en la figura 5. En primer lugar, aparecen los trabajos que se enfocan en mejorar algún aspecto de los microservicios, estos incluyen los artículos por fase del proceso de desarrollo y los que estudian los atributos de calidad, correspondientes al 55,5% de los artículos revisados.

Luego aparecen los trabajos que se centran en estudiar temas específicos de la computación en la nube (Cloud) correspondientes al 26,7%, la relación de los microservicios y la nube es estrecha, sobre todo en la forma como se despliegan sobre infraestructuras como servicios: máquinas virtuales y contenedores principalmente; también temas como DevOps, gestión de contenedores, el despliegue en la nube, sistemas operativos heterogéneos, el ahorro de energía, la simulación de eventos distribuidos y paralelo y los centros de datos distribuidos.

La arquitectura de microservicios puede mejorar diferentes aspectos de las tecnologías del Internet de las Cosas IoT, en esta revisión se encontraron artículos que abordan

estas temáticas y corresponden al 11.9% de nuestra revisión. Otros usos incluyen redes de telecomunicaciones donde incluyen la arquitectura de microservicios, sistemas de salud E-health, vehículos autónomos y comercialización de energía eléctrica. Estos corresponden al 5,9% de los trabajos revisados.

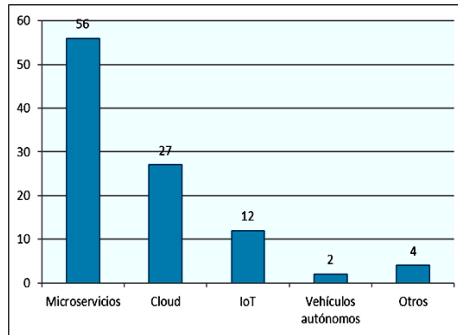


Figura 5 – Áreas de uso de la arquitectura de microservicios.

4.2. Desafíos de investigación en el desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios

Teniendo en cuenta los trabajos relacionados presentados en la sección 3 y la revisión de literatura presentada en la sección 4.1, se identificaron los vacíos de investigación y se clasificaron por área del proceso de desarrollo y se resumen a continuación. La figura 6 presenta los vacíos de investigación identificados en la fase de diseño y en la fase de desarrollo.

Los retos en la fase de diseño se centran en proponer herramientas o lenguajes de modelado, determinar la granularidad correcta de los microservicios, determinar qué tan pequeño debe ser, cuántas funcionalidades debe incluir y manejar, también definir patrones de diseño y lenguajes arquitecturales para gestionar la complejidad de las aplicaciones basadas en microservicios. DevOps es fundamental, proponer trabajos que profundicen DevOps, microservicios y IoT (Osses, Márquez, & Astudillo, 2018).

En la fase de desarrollo los retos de investigación se presentan en la figura 7.b, la gestión de los datos es uno de los retos más importantes y muy discutidos. Gestionar bases de datos distribuidas, con transacciones y consultas distribuidas es un tema abierto que requiere más investigación. Mantener la consistencia de los datos en un sistema distribuido sin afectar el rendimiento es un tema de mucho interés (Mishra, Kunde, & Nambiar, 2018). Gestionar la interfaz de usuario con diferentes dispositivos y de diferentes tipos, se requiere ayudar a las organizaciones a implementar un entorno de microservicio de pila completa (Full-Stack microservices) (Jamshidi et al., 2018)

La figura 7.a, presenta los vacíos de investigación presentes en la fase de pruebas y en la fase de despliegue, las pruebas han sido estudiadas y se cuenta con estrategias de pruebas automáticas e integradas para los microservicios, estas pruebas normalmente hacen parte de una tubería (pipeline) de integración y despliegue continuo, aunque se

siguen presentando dificultades al gestionarlas de forma distribuida entre diferentes contenedores y/o microservicios.

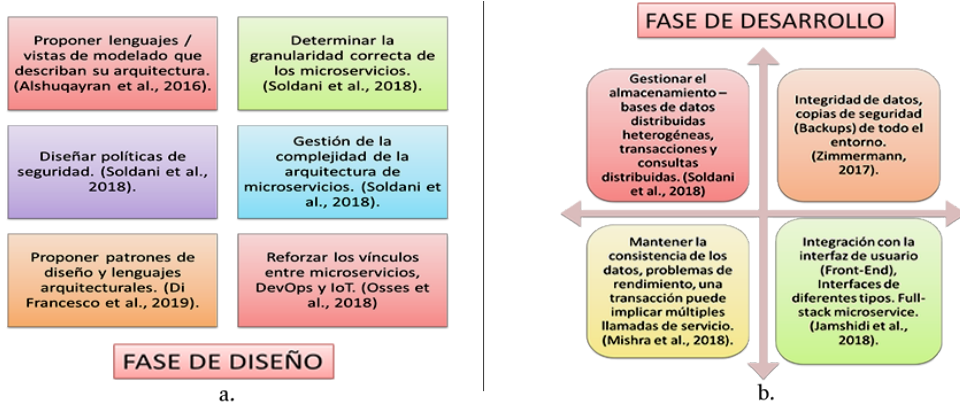


Figura 6 – a. Desafíos de investigación fase de diseño. b. Desafíos de investigación fase de desarrollo.

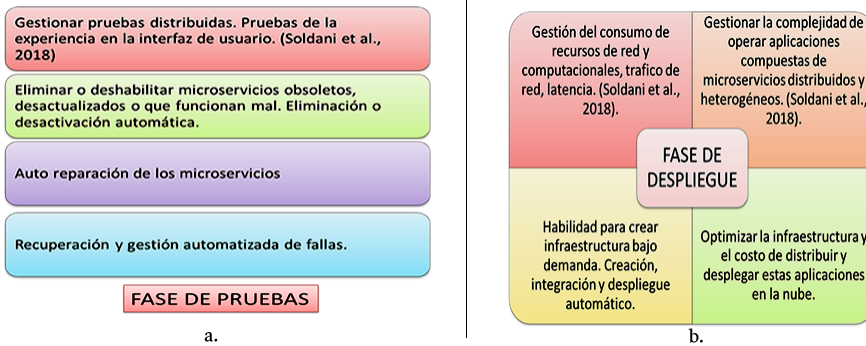


Figura 7 – a. Desafíos de investigación fase de pruebas. b. Desafíos en la fase de despliegue.

La fase de despliegue presenta los desafíos que se resumen en la figura 7.b se requieren métodos de automatización del despliegue continuo, la gestión de recursos de red y computacionales principalmente desplegados en la nube.

Adicionalmente, la seguridad es un área de mucho interés, específicamente el control de acceso es un reto de investigación, el control consistente y descentralizado de la aplicación, se presenta proliferación de EndPoints generando mayores puntos vulnerables a ataques, actualmente se realiza un soporte centralizado para el control de la seguridad (Soldani et al., 2018). El monitoreo es otro punto importante, monitorear un conjunto heterogéneo de microservicios que evolucionan dinámicamente.

El manejo de logs, gestionar logs distribuidos, uno por cada microservicio, también la localización de problemas son otras preocupaciones importantes en la operación de aplicaciones basadas en microservicios. Definir umbrales y filtros de alerta apropiados,

para notificar a los desarrolladores cuando algo sale mal sin sobrecargarlos con información redundante o irrelevante (Jamshidi et al., 2018). Brechas de investigación pueden existir en las áreas relacionadas con estos atributos de calidad: Seguridad, confiabilidad y portabilidad (Di Francesco et al., 2019).

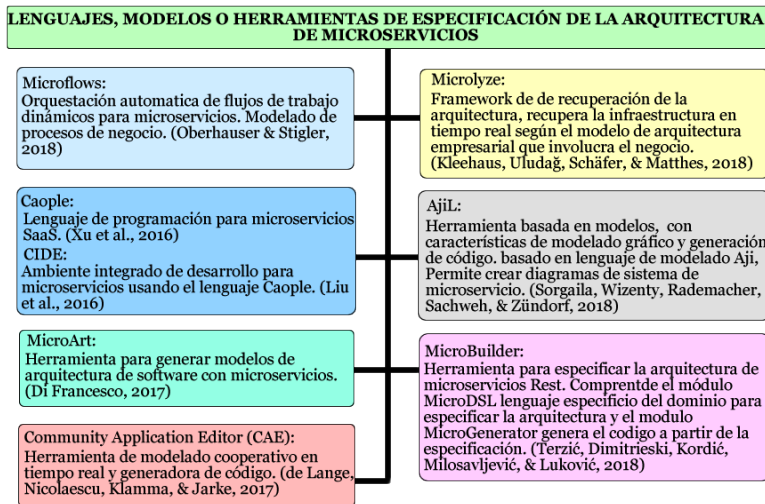


Figura 8 – Lenguajes, modelos o herramientas de especificación de la arquitectura de microservicios.

4.3. Lenguajes, modelos o herramientas de especificación de la arquitectura de microservicios

El diseño de aplicaciones basadas en microservicios presenta algunos desafíos interesantes, se han propuesto trabajos que permiten especificar y modelar la arquitectura de las aplicaciones basadas en microservicios. La figura 8 presenta estos trabajos.

Se puede apreciar que se han propuesto y validado lenguajes de programación específicos para microservicios, ambientes integrados de desarrollo, lenguajes y herramientas de modelado que permiten especificar la arquitectura de aplicaciones basadas en microservicios y luego generar el código de la aplicación, como también herramientas de modelado de procesos de negocio y flujos de trabajo.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una revisión de literatura enfocada en el desarrollo de aplicaciones basadas en microservicios. Primero se identificaron y resumieron las revisiones sistemáticas de literatura, estados del arte y de la práctica que han sido publicados, estas revisiones se enfocan principalmente en el modelaje y arquitectura de aplicaciones basadas en microservicios, en identificar los patrones de diseño y de desarrollo, en analizar la adopción industrial, identifican las ventajas y desventajas de los microservicios, realizan análisis y entrevistas a líderes industriales,

arquitectos de software y desarrolladores de aplicaciones basadas en microservicios. Se analizaron estas revisiones junto con 101 artículos para identificar las tendencias y desafíos de investigación por fase del proceso de desarrollo. Las tendencias de investigación se encuentran en la fase de desarrollo, el cómo implementar y usar los microservicios es un tema muy estudiado, junto con las técnicas de composición, integración y pruebas; luego en la fase de diseño, la arquitectura ya ha sido muy investigada, se han propuesto herramientas, modelos y lenguajes de definición de la arquitectura propios para los microservicios. La aplicación y uso de los microservicios en otras áreas y los artículos de opinión y fundamentos de los microservicios son otras tendencias, estos artículos establecen las bases conceptuales y metodológicas para poder usar los microservicios. Los atributos de calidad más estudiados son la escalabilidad y la calidad del servicio – QoS según esta revisión. Los desafíos de la investigación se centran principalmente en la definición del nivel de granularidad de los microservicios, en la modularización y refactorización de servicios, en la integración con la interfaz de usuario (front-end), en la seguridad, en la orquestación, en el monitoreo, en la gestión y supervisión de microservicios, en la tolerancia a fallas, en la recuperación y auto reparación, en la definición de técnicas, procesos, modelos, herramientas y buenas prácticas a nivel de diseño, implementación y mantenimiento de microservicios.

Referencias

- Alshuqayran, N., Ali, N., & Evans, R. (2016). *A systematic mapping study in microservice architecture* [Internet]. Retrieved from <http://dspace.brunel.ac.uk/bitstream/2438/14968/1/FullText.pdf>
- De Lange, P., Nicolaescu, P., Klamma, R., & Jarke, M. (2017). Engineering web applications using real-time collaborative modeling. In *CRIWG 2017, Collaboration and Technology* (pp. 213–228). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63874-4_16
- Di Francesco, P. (2017). Architecting microservices. In *Proceedings - IEEE International Conference on Software Architecture Workshops, ICSAW: Side Track Proceedings*, 224–229. <https://doi.org/10.1109/ICSAW.2017.65>
- Di Francesco, P., Lago, P., & Malavolta, I. (2019). Architecting with microservices: a systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 150, 77–97. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.01.001>
- Ghofrani, J., & Lübke, D. (2018). Challenges of microservices architecture : a survey on the state of the practice. *Zeus 2018, 10th ZEUS*.
- Hamzehlou, M. S., Sahibuddin, S., & Salah, K. (2019). A systematic mapping study on microservices Mohammad. In F. Saeed, N. Gazem, F. Mohammed, & A. Busalim (Eds.), *IRICT: International Conference of Reliable Information and Communication Technology 2018*, Vol. 843, (pp. 1079–1090). Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-99007-1>

- Hassan, S., Bahsoon, R., & Kazman, R. (2019). Microservice transition and its granularity problem: a systematic mapping study, 1(1), 1–36. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1903.11665>
- Jamshidi, P., Pahl, C., Mendonca, N. C., Lewis, J., & Tilkov, S. (2018). Microservices: the journey so far and challenges ahead. *IEEE Software*, 35(3), 24–35. <https://doi.org/10.1109/MS.2018.2141039>
- Liu, D., Zhu, H., Xu, C., Bayley, I., Lightfoot, D., Green, M., & Marshall, P. (2016). CIDE: an integrated development environment for microservices. In *Proceedings - 2016 IEEE International Conference on Services Computing, SCC 2016*, (pp. 808–812), <https://doi.org/10.1109/SCC.2016.112>
- Mishra, M., Kunde, S., & Nambiar, M. (2018). Cracking the monolith - challenges in data transitioning to cloud native architectures. In *Proceedings of the 12th European Conference on Software Architecture Companion Proceedings - ECSA '18* (pp. 1–4), New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3241403.3241440>
- O'Connor, R. V., Elger, P., & Clarke, P. M. (2016). Exploring the impact of situational context – a case study of a software development process for a microservices architecture. *2016 IEEE/ACM International Conference on Software and System Processes (ICSSP)*, (pp. 6 – 10) <https://doi.org/10.1109/ICSSP.2016.009>
- Osses, F., Márquez, G., & Astudillo, H. (2018). An exploratory study of academic architectural tactics and patterns in microservices: a systematic literature review. *Avances En Ingeniería de Software a Nivel Iberoamericano, CIbSE 2018*, (pp. 71–84).
- Pahl, C., & Jamshidi, P. (2016). Microservices: a systematic mapping study. *Proceedings of the 6th International Conference on Cloud Computing and Services Science*, (pp. 137–146). <https://doi.org/10.5220/0005785501370146>
- Soldani, J., Tamburri, D. A., & Heuvel, W.J. (2018). The pains and gains of microservices: a systematic grey literature review. *Journal of Systems and Software*, 146, 215–232. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.09.082>
- Sorgaila, J., Wizenty, P., Rademacher, F., Sachweh, S., & Zündorf, A. (2018). AjiL - enabling model-driven microservice development. In *Proceedings of the 12th European Conference on Software Architecture Companion Proceedings - ECSA '18*, (pp. 1–4). New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3241403.3241406>
- Terzić, B., Dimitrieski, V., Kordić, S., Milosavljević, G., & Luković, I. (2018). Development and evaluation of MicroBuilder: a model-driven tool for the specification of REST microservice software architectures. *Enterprise Information Systems*, 12(8–9), 1034–1057. <https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1460766>
- Vural, H., Koyuncu, M., & Guney, S. (2017). A systematic literature review on microservices. *Springer, Cham*. 203–217. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62407-5_14

- Wieringa, R., Maiden, N., Mead, N., & Rolland, C. (2006). Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: a proposal and a discussion. *Requirements Engineering*, 11(1), 102–107. <https://doi.org/10.1007/s00766-005-0021-6>
- Xu, C., Zhu, H., Bayley, I., Lightfoot, D., Green, M., & Marshall, P. (2016). CAOPLE: A programming language for microservices SaaS. *Proceedings - 2016 IEEE Symposium on Service-Oriented System Engineering, SOSE 2016*, (1), (pp. 42–52). <https://doi.org/10.1109/SOSE.2016.46>
- Zimmermann, O. (2017). Microservices tenets: Agile approach to service development and deployment. *Computer Science - Research and Development*, 32(3–4), 301–310. <https://doi.org/10.1007/s00450-016-0337-0>