

# Desarrollo de un Marco de Gestión del ciclo de vida de un producto software utilizando modelos de innovación de procesos: Revisión de Literatura

## *Development of a Software Product Lifecycle Management Framework Using Process Innovation Models: Literature Review*

Paula Mercedes Alvarez Carrión<sup>1,\*</sup> y Samanta Patricia Cueva Carrión<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dirección General de Tecnologías de la Información y Transformación Digital, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

<sup>2</sup> Ciencias de la Computación y Electrónica, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador

\* Autor para correspondencia: [pmalvarez@utpl.edu.ec](mailto:pmalvarez@utpl.edu.ec)

Fecha de recepción del manuscrito: 07/11/2022

Fecha de aceptación del manuscrito: 11/03/2023

Fecha de publicación: 30/06/2023

**Resumen**—La innovación se constituye en la actividad más relevante que agrega valor a las empresas y permite mejorar su competitividad. En este contexto, las aplicaciones de software han tomado una gran relevancia como herramientas que apoyan a la estrategia y operaciones de las empresas. Consecuentemente, la ingeniería de software y la innovación son dos ramas que deben alinearse y complementarse para alcanzar los retos actuales. En este estudio, se analizan los artículos que abordan los métodos implementados en el desarrollo de productos de software y que se consideran métodos de innovación. El método utilizado es la revisión sistemática de la literatura (SLR) de 42 artículos publicados dentro de los últimos 5 años en las bases científicas Scopus, Springer Link, ResearchGate, EBSCO y Proquest. Se consideran los criterios de inclusión y exclusión, pertinencia, evaluación de calidad y validez de los estudios. Los hallazgos reflejan las actividades que se consideran innovadoras en el ciclo de desarrollo de software y se concluye que los retos abren posibilidades de inclusión de inteligencia artificial en diferentes fases del ciclo.

**Palabras clave**—Innovación, SDLC, Ciclo de vida de desarrollo de software, Modelos de innovación de procesos, Revisión sistemática de literatura.

**Abstract**—Innovation is the most relevant activity that adds value to companies and improves their competitiveness. In this context, software applications have taken great relevance as tools that support the strategy and operations of companies. Consequently, software engineering and innovation are two branches that must align and complement each other to meet current challenges. In this study, articles that address the methods implemented in the development of software products and that are considered innovation methods are analyzed. The method used is the systematic literature review (SLR) of 42 articles published within the last 5 years in the scientific databases Scopus, Springer Link, ResearchGate, EBSCO, and Proquest. Inclusion and exclusion criteria, relevance, quality assessment, and validity of the studies were considered. The findings reflect the activities that are considered innovative in the software development cycle and it is concluded that the challenges open possibilities for the inclusion of artificial intelligence in different phases of the cycle.

**Keywords**—Innovation, SDLC, Software development life cycle, Process Innovation Models, Systematic literature review.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software ha evolucionado de programas pequeños limitados por el hardware de la época (años 1950) a software de gran tamaño y complejidad que atiende a diversas necesidades (actualidad). En la marcha, han existido varias técnicas que han ido apoyando a la administración de estas complejidades, entre ellas técnicas inherentes a lenguajes de alto nivel de programación, evolución de la ingeniería de software, arquitectura de software y herramienta CASE (computer-aided software engineering).

Básicamente, la ingeniería de software busca minimizar

los problemas para la entrega de software que cumpla con tres condiciones: fácil de entender, sin defectos y que sea verificable (de calidad). A lo largo del tiempo, se han definido múltiples estrategias que permiten cumplir con estas condiciones, pero a la fecha no existe técnica/modelo que permita conocer el verdadero coste y la duración real que tendrá un proyecto de software antes de su inicio.

La innovación es el "proceso por el cual se buscan formas diversas, creativas y nuevas para satisfacer las necesidades aún no cubiertas, satisfechas de manera deficiente o emergente" (Mulgan, 2007). Según esta definición no solo se trata de crear algo sino también de modificar algo existente dán-

dole un valor agregado para que sea comercializado. Básicamente consiste en agregar o modificar las cosas introduciendo novedades que permitan expender el producto en mayor cantidad y con mayor agilidad. Es tal la importancia de la innovación y más en el ámbito del desarrollo de software, que la presente investigación busca determinar qué actividades son consideradas innovadoras y se pueden ir adoptando en las fases del ciclo de desarrollo de software. En este contexto, es importante destacar que la innovación a más de crear valor para las organizaciones que desarrollan software, busca también desarrollar capacidades en los individuos que las conforman para que les permita mejorar la gestión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio se realizó una revisión sistemática de la literatura (SLR) como estrategia para identificar los artículos que contengan los estudios con mayor relevancia acerca de la innovación en el ámbito del desarrollo de software. Para su desarrollo se utilizó el método de (Torres-Carrion et al., 2018) adaptada de (Kitchenham, 2004) y (Bacca, Baldiris, Fabregat, y Graf, 2014), que divide el proceso en tres fases: la planificación, la realización de la revisión y el reporte de la revisión.

En la fase de planificación se identifican las preguntas de investigación, mentefacto conceptual, estructura de búsqueda semántica, revisiones sistemáticas relacionadas y selección de revistas; y, se desarrolla un protocolo de revisión. En la fase de realización se ejecutan un conjunto de actividades tales como: identificación de la investigación, selección de estudios primarios, evaluación de la calidad del estudio, extracción y seguimiento de datos, síntesis y monitorización de datos. En la fase de reporte, se presentan los resultados de la revisión de la literatura.

## RESULTADOS

### *Planificación de la revisión*

En esta etapa se determina la estrategia para las búsquedas en las bases de datos científicas iniciando por la definición del mentefacto conceptual de la Figura 1.

Adicional, se definió las preguntas de investigación para cumplir con el objetivo del presente estudio:

- RQ1: ¿Cuántos estudios hay en las bases de datos SCOPUS, EBSCO, RESEARCH GATE, SPRINGER LINK, PROQUEST acerca de la innovación en el ámbito del desarrollo de software en los últimos cinco años?
- RQ2: ¿Qué actividades en cada una de las etapas del ciclo de vida del desarrollo de software son consideradas métodos innovadores?
- RQ3: ¿Cuáles son los retos dentro del ciclo de vida de desarrollo de software en el campo de la innovación?

El protocolo para la revisión y las pautas de cómo seleccionar y evaluar los estudios pertinentes se desarrollaron considerando:

- Bases científicas: Scopus, Springer Link, ResearchGate, EBSCO y Proquest.

- Categorías y palabras clave: Innovación, SDLC, Ingeniería de software.
- Criterios de inclusión y exclusión: período de tiempo: desde 2016 (últimos 5 años); tipo de documento: artículos; tipo de revista: open access; campo delimitado de estudio: innovación, ingeniería de software; idioma: inglés.

### *Realización de la revisión*

En esta etapa se realizó una selección de revistas en las que se han publicado los artículos que se consideran relevantes para la revisión, siempre que éstas cubran el ámbito de la investigación, obteniéndose el listado de revistas que publican artículos inherentes al tema investigado y sus correspondientes métricas de impacto descritas en la Tabla 1.

Esta fase permitió dar respuesta a la **RQ1**: Determinando que de los 42 artículos seleccionados, 20 son de mayor relevancia para la investigación.

### *Reporte de la revisión*

Los resultados obtenidos para las preguntas de investigación producto de la revisión sistemática de la literatura se detallan a continuación:

**RQ2**: En la etapa de análisis de requerimientos, la aplicación de Design Thinking (Lucio-villegas, 2021) es una actividad innovadora que mejora la generación de especificaciones correctas que describan con claridad y sin ambigüedades el comportamiento que se espera del producto de software a desarrollar introduciendo esta metodología para resolver los problemas complejos de los requerimientos a través de nuevas ideas y la participación activa de los clientes (Borba, 2016).

En la etapa de diseño, el desarrollo de software basado en componentes (Xie et al., 2020) para la elaboración de una biblioteca de componentes reutilizables es una actividad innovadora (Oberhauser & Stigler, 2017) que permite reducir los tiempos y simplificar el desarrollo del producto, mejorando su calidad y reduciendo su costo. Si bien no es una práctica nueva, esta supone madurez en el proceso de desarrollo de software implementado un plan de reutilización y una formación sólida en el equipo de implementación así como una documentación eficaz de los componentes para que sean efectivamente reutilizables y estén siempre disponibles.

En la etapa de codificación, las revisiones de código (Baum et al., 2016) son una actividad innovadora que permite crear productos más confiables y que reduce riesgos que propicien el fracaso de los proyectos. Así mismo, las revisiones de código mejoran enormemente la capacidad de los miembros del equipo de codificación (Pater et al., 2018) ya que permiten identificar nuevas ideas, técnicas y tecnologías para escribir código aumentando progresivamente su calidad (Furfaro et al., 2016).

En la etapa de pruebas, la paralelización de pruebas automatizadas (Milojkovic et al., 2020) es una actividad innovadora que permite minimizar los errores en los productos de software previo a que éstos sean publicados a los usuarios finales. Si bien la automatización de pruebas no es aplicable a todos los proyectos de software, generalmente se constituye en un elemento potenciador de la productividad ya que sim-

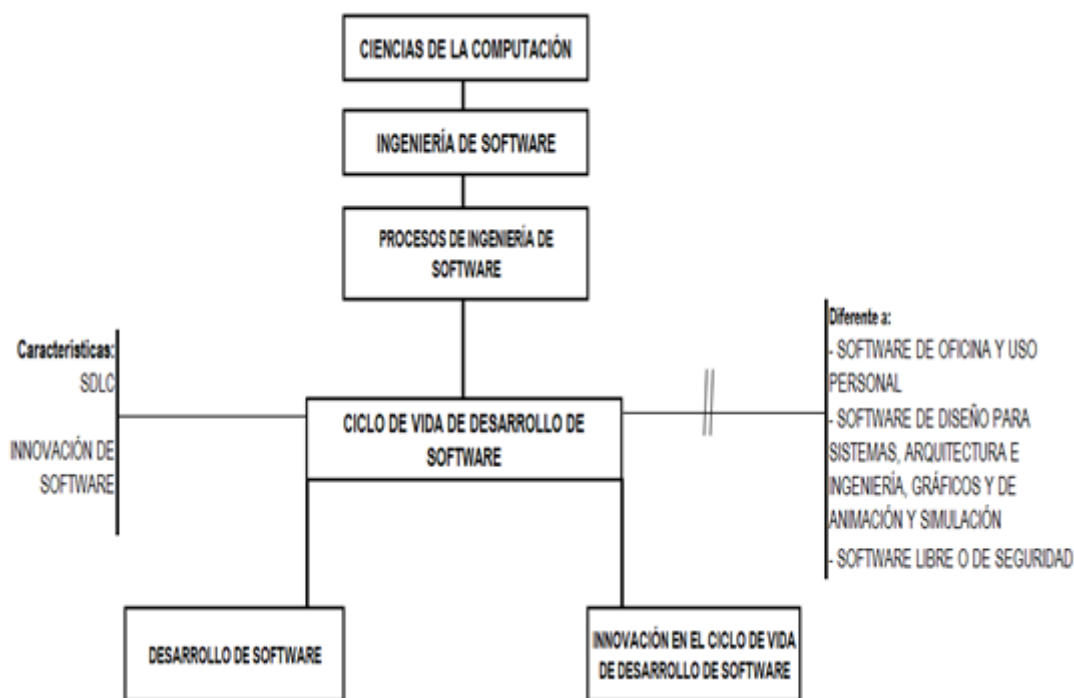


Fig. 1: Mentefacto Conceptual

Tabla 1: Métricas de las Revistas Citadas

Revista	Nro. Artículos	SJR2020	Cuartil	H5-Google
IEEE Communications Surveys and Tutorials	4	4,65	Q1	156
Industrial Management & Data Systems	1	0,99	Q1	84
Journal of Systems and Software	1	0,64	Q1	62
Technological Forecasting and Social Change	1	2,23	Q1	106
Information and Management	1	2,15	Q1	12
Software Quality Journal	2	0,36	Q1	27
International Journal of Engineering Pedagogy	1	0,44	Q2	16
Empirical Software Engineering An International Journal	1	0,61	Q2	52
Foresight	1	0,37	Q2	22
Information and Software Technology	1	0,61	Q2	59
Journal of Database Management	1	0,26	Q3	8
Scientific Programming	1	0,27	Q3	20
International Journal of Systems Assurance Engineering and Management	1	0,30	Q3	26
Communication in Computer and Information Science	1	0,16	Q4	12
Journal of Physics: Conference Series	1	0,21	Q4	39

plifica el trabajo repetitivo y complejo que se desarrolla en los diferentes ciclos de prueba del producto.

El paralelismo de la automatización de las pruebas surge de la necesidad de que los productos de software sean compatibles con todos los navegadores web de las diferentes tecnologías existentes en el mercado o con los diferentes dispositivos móviles y sus correspondientes sistemas operativos. De manera transversal a estas cuatro fases, se ha podido identificar como actividad innovadora el aprendizaje obtenido de participar y/o colaborar en las comunidades virtuales de práctica “VCoP” (Correia et al., 2010), ya que aumentan las posibilidades de comunicación y colaboración para resolver problemas (Eito-Brun, 2017), así como el acceso a más información y experiencias en determinadas tecnologías que son utilizadas en las fases del ciclo de desarrollo de software.

**RQ3:** De la investigación realizada, en la fase de mantenimiento del ciclo de vida de desarrollo de software no existen investigaciones previas que contemplen actividades que se puedan considerar como innovadoras, por lo que se ve necesario propiciar investigaciones futuras en este contexto.

Así mismo, los retos en el ámbito de la gestión del ciclo de vida de desarrollo de software están orientados a la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial que prometen resultados favorecedores (Clarke et al., 2016), (Xiaolong et al., 2021). Identificar y sintetizar problemas y desafíos relacionados con el conocimiento tácito en software (Idrus & Ali, 2019).

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio presenta los resultados de la revisión sistemática de la literatura, producto de una identificación, evaluación y clasificación de estudios primarios que se enfocan en la innovación en el ciclo de vida de desarrollo de software; y, que de los artículos obtenidos se han identificados actividades innovadoras en las cuatro fases del ciclo de vida: análisis, diseño, codificación y pruebas que pueden servir como métodos aplicables en un marco de gestión.

## REFERENCIAS

- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. (2014): Augmented Reality Trends in Education : A Systematic Review of Research and Applications. 17, 133–149.
- Baum, T., Liskin, O., Niklas, K., & Schneider, K. (2016). Factors influencing code review processes in industry. Proceedings of the ACM SIGSOFT Symposium on the Foundations of Software Engineering, 13-18-Nove, 85–96. <https://doi.org/10.1145/2950290.2950323>
- Borba, Alexandre & Batista, Glauber & Souza, Ricardo. (2016). InnoStartup - a Toolbox for Innovation in Software Development Process. IEEE Latin America Transactions. 14. 3875-3885. 10.1109/TLA.2016.7786375.
- Clarke, P. M., Calafat, A. L. M., Ekert, D., Ekstrom, J. J., Gornostaja, T., Jovanovic, M., Johansen, J., Mas, A., Messnarz, R., Villar, B. N., O'connor, A., O'connor, R. V., Reiner, M., Sauberer, G., Schmitz, K. D., & Yilmaz, M. (2016). Refactoring software development process terminology through the use of ontology. Communications in Computer and Information Science, 633, 47–57.
- Correia, A. M., Mesquita, A., & Paulos, A. (2010). No Title. Projectics / Proyéctica / Projectique, 4(1), 39–49. <https://doi.org/10.3917/proj.004.0039>
- Eito-Brun, R. (2017). Incorporating innovation management practices to ISO/IEC 29110. Communications in Computer and Information Science, 748, 15–25.
- Eito-Brun, R., & Sicilia, M. A. (2017). An innovation activity model for Very Small Entities in the software sector: an empirical study. R and D Management, 47(5), E13–E25. <https://doi.org/10.1111/radm.12226>
- Furfaro, A., Gallo, T., Garro, A., Saccà, D., & Tundis, A. (2016). ResDevOps: A Software Engineering Framework for Achieving Long-Lasting Complex Systems. Proceedings - 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference, RE 2016, July 2019, 246–255. <https://doi.org/10.1109/RE.2016.15>
- Idrus, H. M., & Ali, N. (2019). Tacit knowledge in software testing: A systematic review. International Conference on Research and Innovation in Information Systems, ICRIIS, December-2019. <https://doi.org/10.1109/ICRIIS48246.2019.9073275>
- Kitchenham, B. (2004): Procedures for Performing Systematic Reviews.
- Lucio-Villegas, E. (2021). La metodología Design Thinking para la innovación y centrada en la persona. January.
- Milojkovic, J., Ciric, V., & Rancic, D. (2020). Design and Implementation of Cluster Based Parallel System for Software Testing. 2020 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference, ZINC 2020, 276–279. <https://doi.org/10.1109/ZINC50678.2020.9161436>
- Mulgan, G., Tucker, S., Ali, R. & Sanders, B. (2007): Social innovation: what it is, why it matters and how it can be accelerated, The Young Foundation, London.
- Oberhauser, R., & Stigler, S. (2017). Microflows: Enabling agile business process modeling to orchestrate semantically-annotated microservices. BMSD 2017 - Proceedings of the 7th International Symposium on Business Modeling and Software Design, Bmsd, 19–28. <https://doi.org/10.5220/0006527100190028>
- Pater, J., Lie-Tjauw, S., Gonzalez, M., Kim, M., Isbell, S., & Severson, D. (2018). Advancing the agile software process: The case of modernizing the army community service's information technology infrastructure. WMSCI 2018 - 22nd World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, Proceedings, 1, 143–148
- Torres-Carrión, P., Gonzalez, C. (2018): Gesture-Based Children Computer Interaction for Inclusive Education : A Systematic Literature Review. 1, 133–147. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5>.
- Xiaolong, H., Huiqi, Z., Lunchao, Z., Nazir, S., Jun, D., & Khan, A. S. (2021). Soft Computing and Decision Support System for Software Process Improvement: A Systematic Literature Review. Scientific Programming, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/7295627>
- Xie, Y., Li, Z., & Li, H. (2020). Analysis of Software Development Process Based on Software Components. Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications, ICAICA 2020, 625–628.