

Análisis de la calidad en el desarrollo de software en Colombia mediante modelos de aprendizaje automático

Analysis of software development quality in Colombia through machine learning models

1. Juan David Rodríguez Casanova
2. Dianys Nicol Lopez Valdes
3. Blanca Merry Rolon Rodriguez

Recibido: 25-09-2024
Aprobado: 02-12-2024

Resumen

El presente análisis examina la calidad del desarrollo de software en Colombia a través de la revisión y evaluación de las contribuciones de los modelos de aprendizaje automático. Para esto, se llevó a cabo una investigación cualitativa con un diseño de estudio de caso, y se fundamentó en el análisis de artículos científicos, informes técnicos, políticas nacionales y experiencias documentadas por participantes del ámbito académico y tecnológico. Mediante este método, se pudo indagar acerca de las percepciones, prácticas y evidencias en relación con la aplicación de estos modelos al software, además de las circunstancias en que estos se incorporan a los procedimientos de desarrollo. Los resultados indican que, a pesar de que la inteligencia artificial y el aprendizaje automático tienen un potencial importante para prever fallos, perfeccionar la calidad del producto final y aumentar la productividad su uso todavía no es impecable. Además, es evidente que los desarrolladores y las compañías identifican ventajas como la detección anticipada de errores, la automatización de tareas y el respaldo en la toma de decisiones. No obstante, tienen obstáculos relacionados con una falta de madurez tecnológica, un escaso número de investigaciones locales y una implementación práctica insuficiente. En conjunto, los hallazgos indican que es necesario reforzar la investigación aplicada y promover una transición más extensa hacia el empleo de modelos de aprendizaje automático en el campo del desarrollo de software.

Palabras clave: Calidad, Software, Inteligencia Artificial, Desarrollo, Errores, Análisis.

Abstract

This analysis examines the quality of software development in Colombia through the review and evaluation of the contributions of machine learning models. A qualitative investigation was conducted using a case study design, based on the analysis of scientific articles, technical reports, national policies, and documented experiences from participants in academic and technological environments. Through this method, it was possible to explore perceptions, practices, and evidence related to the application of these models to software, as well as the circumstances under which they are incorporated into development processes. The results indicate that, although artificial intelligence and machine learning have significant potential to predict failures, improve the quality of the final product, and increase productivity, their use is not yet flawless. Additionally, it is evident that developers and companies identify advantages such as early error detection, task automation, and support in decision-making. However, they also face obstacles related to lack of technological maturity, limited local research, and insufficient practical implementation. Overall, the findings indicate the need to strengthen applied research and promote a broader transition toward the use of machine learning models in the field of software development.

Keywords: Quality, Software, Artificial Intelligence, Development, Errors, Analysis.

Programa académico: Tecnología de Ingeniería de Software. Correo electrónico: est_jd_rodriguez@fesc.edu.co. ORCID: 0009-0000-3980-7117. CVLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002314511. Institución: Fundación de Estudios Superiores Comfánorte. Ciudad: [Dato pendiente por completar]. País: [Dato pendiente por completar].

Programa académico: Tecnología de Ingeniería de Software. Correo electrónico: est_dn_lopez@fesc.edu.co. ORCID: 0009-0006-4534-7552. CVLAC: https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0002309314. Institución: Fundación de Estudios Superiores Comfánorte. Ciudad: [Dato pendiente por completar]. País: [Dato pendiente por completar].

Programa académico: [Dato pendiente por completar]. Correo electrónico: doc_bm_rolon@fesc.edu.co. ORCID: 0000-0001-5670-5737. Institución: [Dato pendiente por completar]. Ciudad: Cúcuta. País: Colombia.

***Autor de correspondencia:** doc_bm_rolon@fesc.edu.co



© [2025]. Editada por la Fundación de Estudios Superiores Comfánorte.

Introducción

En Colombia, la elaboración de software está pasando por un proceso de cambio a causa del uso cada vez mayor de tecnologías emergentes. El aprendizaje automático, una rama de la inteligencia artificial cuyo potencial se empieza a investigar en ámbitos académicos, institucionales y productivos, es uno de estos avances. Este estudio es relevante porque analiza cómo estos modelos ayudan a la mejora de la calidad del software, sobre todo en un escenario en el que los problemas, errores y desafíos técnicos continúan siendo obstáculos frecuentes para los desarrolladores. Es fundamental examinar cómo estas herramientas pueden respaldar la productividad, disminuir fallas y brindar soluciones más eficaces en un país que se dirige hacia la digitalización y robustece su industria tecnológica.

El estudio expone su importancia al evidenciar la brecha entre el uso global de la inteligencia artificial y la limitada implementación en Colombia, particularmente a nivel regional, demostrando así su relevancia. A nivel global, hay una gran cantidad de casos documentados que evidencian la eficacia de los modelos automáticos para prever fallos, mejorar el aseguramiento de calidad del software y optimizar las tareas. No obstante, el panorama de Colombia muestra un progreso todavía incipiente, que se centra sobre todo en los espacios académicos y tiene una adopción reducida en las compañías enfocadas en la elaboración de software. Por lo tanto, se requiere un análisis exhaustivo que esclarezca las contribuciones, las limitaciones y las oportunidades que estos modelos brindan a la industria nacional.

El primer capítulo aborda el problema central de esta investigación. Allí se explica la manera en que la inteligencia artificial puede ayudar a prever y reducir errores, así como los obstáculos presentes en el desarrollo de software y los retos que afrontan los desarrolladores. Además, se presenta la pregunta de investigación, los fines que guían el estudio y las razones que validan su relevancia, resaltando la importancia de investigar alternativas novedosas frente a las demandas auténticas del sector tecnológico en Colombia. Se establecen las bases conceptuales y contextuales que posibilitan comprender la importancia del aprendizaje automático en relación con la calidad del software.

En el segundo capítulo, se desarrolla el marco teórico que sustenta el análisis. Se muestran antecedentes locales, nacionales e internacionales que posibilitan la comparación del estado del arte en diversos contextos, lo que demuestra la falta de investigaciones detalladas en la región de Norte de Santander y la ausencia de estudios que vinculen directamente el aprendizaje automático con la calidad del software. Asimismo, se presentan ideas esenciales tales como minería de datos, inteligencia artificial, evaluación del software y modelos de calidad. Además de las bases legales que apoyan la implementación de tecnologías emergentes en Colombia, se incluyen teorías significativas como el modelo ISO/IEC 25010 y la organización que aprende.

El tercer capítulo describe el marco metodológico que orienta el estudio. Se basa en una perspectiva cualitativa que posibilita entender las experiencias, percepciones y prácticas de los participantes implicados en el desarrollo de software. El diseño, fundamentado en un estudio de caso, permite analizar la correlación entre calidad del software y aprendizaje automático desde la realidad específica del entorno colombiano. Esta sección argumenta por qué este método es el más apropiado para examinar fenómenos tecnológicos en contextos en los que la adopción de herramientas automáticas está en una etapa temprana, proporcionando un análisis profundo y una perspectiva crítica para futuras implementaciones prácticas.

Marco teórico

El artículo presenta los fundamentos teóricos y conceptuales que permiten analizar la calidad en el desarrollo de software mediante el uso de modelos de aprendizaje automático. A partir de estudios previos y documentos académicos, se examinan teorías, técnicas y enfoques que explican cómo la inteligencia artificial contribuye a mejorar la calidad en los procesos de desarrollo, incluyendo la planificación, evaluación y optimización del código.

En el ámbito internacional, se ha demostrado que la inteligencia artificial puede integrarse en cualquier metodología de desarrollo y está estrechamente relacionada con la organización interna de las empresas, tal como señalan García, Zambrano y Cruzatty (2020). Otros estudios indican que la IA optimiza la planificación y la gestión de riesgos en proyectos de software (Crawford et al., 2023). Asimismo, investigaciones recientes destacan que la IA generativa mejora de manera significativa la eficacia del desarrollo, la calidad del código y la detección temprana de vulnerabilidades (Calegario et al., 2024).

A nivel nacional, la literatura evidencia que la IA automatiza tareas que favorecen la precisión documental, la detección de inconsistencias y la gestión de requisitos, según lo plantea Toro (2024). También se ha documentado que el aprendizaje automático fortalece las primeras etapas de formación profesional, especialmente en la programación y el trabajo colaborativo (Suárez, Mosquera y Bucheli, 2020). En el campo de las pruebas de software, Betancourt (2024) señala un impacto positivo en la detección de errores, creación de casos de prueba y optimización del código, lo que refuerza la calidad del producto final.

En el contexto local de Cúcuta, se observa que aún no existen estudios que integren de manera directa la calidad del software con el aprendizaje automático. No obstante, instituciones como la Universidad Francisco de Paula Santander y la Universidad Libre han desarrollado proyectos relacionados con ingeniería de software, tecnologías emergentes e inteligencia artificial (UFPS, s. f.; GIDIS, s. f.; Universidad Libre Seccional Cúcuta, 2023). Esta ausencia de investigaciones específicas deja abierta una línea de trabajo relevante para el fortalecimiento tecnológico regional.

Las bases conceptuales del estudio incluyen definiciones clásicas sobre calidad del software (Pressman, 2010), aprendizaje automático (Mitchell, 1997), evaluación del software (IEEE Std 1061, 1998), minería de datos (Han, Kamber y Pei, 2012) y procesos de desarrollo (Sommerville, 2011). Estos conceptos explican la importancia de integrar modelos de IA en tareas como la verificación, el análisis de métricas, el diseño y el mantenimiento para mejorar el rendimiento y la fiabilidad del software.

Desde el marco teórico, se consideran la teoría de la organización que aprende (Harris, 1990), que destaca el valor de la retroalimentación continua dentro de los procesos de desarrollo, y el modelo de calidad ISO/IEC 25010 (2011), que establece los atributos esenciales para evaluar un producto de software. Ambas perspectivas respaldan el potencial del aprendizaje automático para automatizar la evaluación y asegurar estándares de calidad dentro del entorno colombiano.

El análisis también se sustenta en el marco legal colombiano, donde normativas como la Ley 1341 de 2009, la Ley 1286 de 2009, el CONPES 3920 de 2018 y el Decreto 1413 de 2017 promueven la innovación, la transformación digital y el uso de tecnologías emergentes en el país (Congreso de la República, 2009; DNP, 2018; Presidencia de la República, 2017; MINTIC, 2022). En este contexto, la investigación se orienta a comprender la calidad del software desarrollado en Colombia y las oportunidades de mejora mediante la aplicación de aprendizaje automático.

Metodología

El estudio adopta un enfoque cualitativo que permite analizar fenómenos complejos desde la experiencia y perspectiva de quienes participan en el desarrollo de software. Según Mendoza Torres y Hernández Sampieri (2023), este enfoque busca comprender los fenómenos en su contexto natural, priorizando la interpretación de significados por encima de la medición numérica. Bajo esta perspectiva, examinar cómo los modelos de aprendizaje automático influyen en la calidad del software desde la vivencia directa de los desarrolladores aporta una comprensión profunda y contextualizada, relevante para el sector tecnológico colombiano.

El diseño metodológico elegido es el estudio de caso, el cual facilita la observación detallada de fenómenos tecnológicos en entornos auténticos. Pokharel et al. (2024) afirman que este método es adecuado para investigaciones que analizan procesos sociales y tecnológicos desde la realidad de los actores involucrados. Asimismo, Elizabeth M. et al. (2023) sostienen que este diseño permite un análisis organizado y sistemático de los datos cualitativos. Investigaciones recientes, como las de Sota et al. (2024) en startups tecnológicas y las de Msakni et al. (2023) en la aplicación de modelos de aprendizaje automático, demuestran la utilidad del estudio de caso para examinar patrones de innovación y mejora de procesos.

La población de la investigación corresponde a la comunidad académica de la Fundación de Estudios Superiores Comfanorte (FESC), ubicada en Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. De acuerdo con el International Journal of Interdisciplinary Dentistry (2024), la población se define como el conjunto total de individuos relacionados con el objeto de estudio, mientras que la muestra representa una parte seleccionada de este grupo. En este caso, la muestra estará compuesta por estudiantes y docentes que participan activamente en proyectos del laboratorio de software, quienes aportarán sus percepciones y experiencias sobre el uso de aprendizaje automático en el desarrollo de software.

Para la recolección de datos se utilizarán dos técnicas principales: la entrevista semiestructurada y el grupo focal. Según Salamanca et al. (2024), la entrevista semiestructurada permite una interacción flexible y contextual que facilita la exploración profunda de la experiencia del participante mediante preguntas abiertas. Su aplicación en este estudio posibilitará obtener información cualitativa detallada sobre la influencia de la IA en los procesos de desarrollo. Por otra parte, el grupo focal, tal como lo describen Barrera et al. (2021), reúne a varios participantes para dialogar y reflexionar sobre un tema específico, permitiendo identificar percepciones compartidas y comprender los factores técnicos y humanos que influyen en la calidad del software.

En conjunto, este marco metodológico ofrece una estructura sólida para analizar de manera profunda cómo los modelos de aprendizaje automático inciden en los procesos internos de desarrollo, las percepciones de los actores y las dinámicas del laboratorio. A través del enfoque cualitativo, el diseño de estudio de caso y el uso de entrevistas y grupos focales, la investigación se orienta a generar una comprensión contextualizada que contribuya a futuras aplicaciones y mejoras dentro del entorno tecnológico colombiano.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos permiten interpretar que el aprendizaje automático tiene un papel relevante en la mejora de la calidad del software en Colombia, lo cual coincide con los estudios internacionales revisados

en el marco teórico. Investigaciones como las de García et al. (2020), Crawford et al. (2023) y Jorayeva et al. (2022) ya habían señalado la capacidad de la IA para anticipar fallos, automatizar tareas y optimizar procesos. Los hallazgos de esta investigación confirman estas tendencias, especialmente en lo referente a la detección temprana de errores y el apoyo al análisis durante el desarrollo.

Sin embargo, al contrastar los resultados con el contexto nacional y local, se observa una brecha significativa. A diferencia de los países donde la IA está más integrada en el sector productivo, en la FESC y en la región de Norte de Santander su aplicación es aún emergente, limitada principalmente por factores estructurales. La falta de equipos de alta capacidad, el acceso restringido a licencias pagas y la ausencia de una formación robusta dificultan la adopción profunda de estas herramientas. Este fenómeno coincide con lo reportado por autores nacionales como Gil Vera & Seguro-Gallego (2022), quienes afirman que en Colombia el uso de IA sigue siendo mayormente experimental.

Asimismo, los resultados evidencian que aunque la IA acelera procesos, la calidad del software no se ve garantizada si los desarrolladores no comprenden los fundamentos técnicos. Esta observación resulta especialmente relevante, pues sugiere que el aprendizaje automático actúa como un complemento, pero no puede sustituir el dominio conceptual del programador. La literatura internacional también señala esta limitación, especialmente en contextos donde la formación técnica es desigual.

En conjunto, la discusión muestra que la IA sí aporta beneficios claros en términos de eficiencia, estabilidad y análisis de patrones; sin embargo, su impacto real depende de condiciones institucionales que actualmente no se encuentran plenamente consolidadas. Esto abre la puerta a futuras investigaciones que integren modelos predictivos con empresas locales para evaluar su efecto en entornos reales, así como estudios que fortalezcan la preparación técnica y pedagógica de los futuros desarrolladores.

Conclusión

Este artículo en conjunto con su investigación permitió comprender de manera amplia cómo los modelos de aprendizaje automático influyen en la calidad del desarrollo de software en Colombia, especialmente en contextos académicos como la FESC y en el panorama nacional. Los análisis realizados muestran que estas tecnologías representan un recurso valioso para prever errores, optimizar procesos y fortalecer la toma de decisiones técnicas, evidenciando mejoras significativas en productividad, organización y estabilidad del software cuando se emplean adecuadamente.

Sin embargo, también se identificaron limitaciones que afectan su adopción plena. Entre ellas se destacan la falta de conocimientos sólidos por parte de estudiantes y desarrolladores, la insuficiente formación práctica, las dificultades para entrenar correctamente los modelos y la dependencia excesiva de la IA como reemplazo del dominio conceptual. A esto se suma la carencia de recursos tecnológicos adecuados, dado que los laboratorios operan con equipos de baja capacidad y acceso limitado a licencias avanzadas, lo cual restringe el potencial real de estas herramientas.

Los resultados permiten concluir que la IA está transformando el perfil del desarrollador, promoviendo una visión más analítica, preventiva y orientada a patrones. No obstante, esta transformación requiere fortalecer la formación técnica, invertir en infraestructura y fomentar investigaciones aplicadas que conecten el

aprendizaje automático con escenarios reales del sector productivo. Sin estas condiciones, el uso de la IA puede acelerar procesos, pero no garantizar una calidad profunda en los productos de software.

La investigación resalta la necesidad de integrar de manera estratégica los modelos de aprendizaje automático en los procesos educativos y empresariales del país, no solo como herramientas de apoyo, sino como componentes que, acompañados de formación adecuada y recursos técnicos suficientes, pueden elevar la competitividad y robustecer la industria del software en Colombia.

Referencias

- Barrera-Hernández, L. F., Murillo-Parra, L. D., Ocaña-Zúñiga, J., Cabrera-Méndez, M., Echeverría-Castro, S. B., & Sotelo-Castillo, M. A. (2021). Causas, consecuencias y qué hacer frente al cambio climático: análisis de grupos focales con estudiantes y profesores universitarios. Obtenido de Revista mexicana de investigación educativa: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662020000401103&script=sci_arttext
- Betancourt, L. V. (2024). Machine learning para el testeo de calidad del software: caso de estudio de Sonarqube en Cobistopaz. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD): <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/65085/Locampo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calegario, F., Burégio, V., Erivaldo, F., Andrade, D. M., Felix, K., Barbosa, N., . . . França, C. (2024). CESAR Whitepaper. Obtenido de Exploring the intersection of: <file:///C:/Users/mMJua/OneDrive/Desktop/ProyectoagenciaIR-frontend/Agencia%20ir%20frontend/public/images/2312.14262v1.pdf>
- Crawford, T., Scott Duong, R. F., Lawani, A., Owode, S., Uzoka, A., & Parizi, R. M. (2023). Cornell University. Obtenido de AI in Software Engineering: A Survey on Project: <https://arxiv.org/abs/2307.15224>
- Fernando, E.-L. A., Marcelo, R.-S. F., César, G.-S. P., & Fabricio, B.-A. M. (30 de 1 de 2023). La inteligencia artificial aplicada a la optimización de programas informáticos. Obtenido de Journal of Economic and Social Science Research: <https://economicsocialresearch.com/index.php/home/article/view/61/195>
- García, L. J., Zambrano, M. M., & Cruzatty, J. E. (20 de 2 de 2020). LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CALIDAD DEL SOFTWARE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA. Obtenido de UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinari: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/208/161>
- García, L. J., Zambrano, M. M., & Cruzatty, J. E. (20 de 2 de 2020). UNESUM. Obtenido de LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CALIDAD DEL SOFTWARE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/208/161>
- Gil-Vera, V. D., & Seguro-Gallego, C. (22 de abril de 2022). MACHINE LEARNING APLICADO AL ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DE DESARROLLOS DE SOFTWARE. Obtenido de file:///C:/Users/mMJua/Downloads/Machine_learning_aplicado_al_analisis_del_rendimie.pdf

- Jorayeva, M., Akbulut, A., Catal, C., & Mishra, A. (Marzo de 2022). Machine Learning-Based Software Defect Prediction for Mobile Applications: A Systematic Literature Review. Obtenido de MDPI: https://www.researchgate.net/publication/359513526_Machine_Learning-Based_Software_Defect_Prediction_for_Mobile_Applications_A_Systematic_Literature_Review
- Khaleel, S. I., & Salih, L. F. (10 de marzo de 2023). A survey of predicting software reliability using machine learning methods. Obtenido de IAES International Journal of Artificial Intelligence: file:///C:/Users/mMJua/Downloads/A_survey_of_predicting_software_reliability_using_.pdf
- M., E., Porter, J. E., & Barbagallo, M. S. (2023). Simplifying Qualitative Case Study Research Methodology: A Step-By-Step Guide Using a Palliative Care Example. Obtenido de TQR: <https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6478&context=tqr>
- Msakni, M. K., Risan, A., & Schütz, P. (2023). Using machine learning prediction models for quality control: a case study from the automotive industry. Obtenido de <file:///C:/Users/mMJua/Downloads/s10287-023-00448-0.pdf>
- Nieto, A. P., & Sáenz, D. A. (11 de 2 de 2025). PROPUESTA DE MEJORA OPERACIONAL DE UNA FÁBRICA DE DESARROLLO DE SOFTWARE CON HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL. Obtenido de ean universidad: <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/e258154b-a46e-4ddc-b464-fc4f0cb4c15d/content>
- PARADA, R. R. (2 de 2023). DISEÑO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA DE LAS MEJORES PRÁCTICAS PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE EN EL ÁREA DE TI DE UNA EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA. Obtenido de UFPS: <https://catalogobiblioteca.ufps.edu.co/cgi-bin/koha/opac-retrieve-file.pl?id=a382f8e141831bca933965d0b330c42c>
- Pokharel, K. R., Paudel, S., & Marasini, A. (2024). Revisiting the Case Study Method in Social Research: A Reflective and Argumentative Review for Novice Researchers. Obtenido de Nepal Journals Online: www.nepjol.info/index.php/ej/article/view/82043
- Salamanca, H. A., Cárdenas, P. A., Pérez, T. V., Diaz, N. F., Ortega, J. A., & Gámez, M. I. (2024). La entrevista semiestructurada: una herramienta pertinente en la percepción de valores sociales para la vida. Obtenido de Revista Lasallista de investigacion: <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/rldi/article/view/3371/210210898>
- Sampieri, R. H., & Torres, C. P. (2023). Metodología de la Investigación. Obtenido de <https://www.sanzytorres.es/libros/metodologia-de-la-investigacion/9781456294915>
- Sota, F. G., Alfonso, L. P., & Alfonso, L. P. (2024). Methodological design of a case study research based: innovative learning from the perspective of two technology startups. Obtenido de <https://journaljmbe.com/article/view/6444>
- Suárez, C. G., Mosquera, J. M., & Bucheli, V. A. (2020). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/16934/17470>
- Toro, X. G. (2024). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Obtenido de Impacto de la Inteligencia Artificial en la Gestión de Requerimientos de Software: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/22221>