

El factor humano en la ingeniería de software: propuesta de métricas psicosociales para la optimización de procesos ágiles¹.

The human factor in software engineering: a proposal of psychosocial metrics for the optimization of agile processes.

M.A. Cohuo, L. E. Peláez y I.A. Delgado

Recibido: mayo 25 de 2026 – Aceptado: octubre 14 de 2026.

Resumen—La ingeniería de software hoy en día enfrenta desafíos relacionados no solo con la productividad y la calidad del software, sino también con el bienestar y desempeño humano de los equipos de desarrollo. Es por ello, que se desarrolla una investigación en ingeniería de software con sentido humano que tiene como propósito lograr un modelo alternativo de desarrollo de software mediante un ejercicio investigativo con enfoque cuasi-experimental. El propósito es que la industria del software y la academia cuenten con nuevos modelos y herramientas para lograr asegurar la calidad del software en un mundo permeado por tecnologías emergentes. Es decir, utilizar la ciencia y la tecnología para cuidar el bienestar de las personas que trabajan con tecnología.

Palabras clave—metodología ágil, factores humanos, ingeniería de software, métricas humanas, seguridad psicológica, procesos experimentales.

Abstract— Today, software engineering faces challenges that extend beyond software productivity and quality to the well-being and performance of development teams. In response, this

study proposes a human-centered approach to software engineering to develop an alternative software development model through a quasi-experimental research design. It aims to provide both the software industry and academia with new models and tools to strengthen software quality assurance in a world increasingly shaped by emerging technologies. Ultimately, the study seeks to use science and technology not only to improve software processes and outcomes, but also to promote the well-being of the people who work with technology.

Keywords—agile methodology, human factors, software engineering, human metrics, psychological safety, experimental processes.

I. INTRODUCCIÓN

UN punto estratégico en el desarrollo de software ágil es la entrega de valor, para llegar a este punto nos enfrentamos a decisiones de carácter técnico y organizacional vinculados fuertemente a métricas como el tiempo del sprint [1], que se relaciona con el éxito o el fracaso del proyecto, estas metodologías han logrado reducir la tasa de fracasos en el desarrollo de software; sin embargo, el reto es aún más grande cuando establecemos elementos como productividad, innovación, creatividad y bienestar como claves en estos ambientes. Estos elementos, ampliamente analizados en la literatura filosófica y educativa [2], pueden ser reinterpretados y traducidos en principios aplicables a contextos técnicos, particularmente en el desarrollo de software. La referencia es hacia el ser humano [3], siendo este el primer valor del manifiesto ágil [4]; así, la inquietud radica en determinar cuáles son las métricas o factores que aportan el incremento del éxito en un proyecto considerando elementos como la capacidad del equipo, participación del cliente y la seguridad psicológica [3]. El presente trabajo se organiza de la siguiente forma: determinar los elementos claves de las investigaciones de los últimos 6 años con la metodología de revisión sistemática de la literatura (RSL), con palabras claves de: human metrics + Agile projects + elemento clave de búsqueda con el propósito de identificar las métricas centradas en el humano y determinar el proceso de experimentación, posteriormente a partir de los hallazgos encontrados se creó la

¹Producto derivado del proyecto de investigación “Modelo MAR-Z. Modelo Ágil de Desarrollo de Software Inspirado en El Principito (Modelo Ágil de la Rosa y el Zorro)”. Presentado por el grupo de investigación Ciencia, Innovación y Tecnología (CIYT), de la facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas, de la fundación universitaria Juan de Castellanos, a través del programa de doctorado en tecnologías de información.

M.A. Cohuó, Tecnológico Nacional de México, México, email: macohuo@itescam.edu.mx.

L.E. Peláez, Universidad Libre, Bogotá, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Fundación Universitaria Juan De Castellanos, Tunja, Colombia, email: luiseduardo.pelaez@gmail.com.

I. A. Delgado, Fundación Universitaria Juan De Castellanos, Tunja, Colombia, email: idelgado@jdc.edu.co.

Como citar este artículo: Cohuó, M.A., Peláez, L.E., y Delgado, I. A. El factor humano en la ingeniería de software: propuesta de métricas psicosociales para la optimización de procesos ágiles, Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 20, no. 40, pp. 26-32, julio-diciembre 2026.
DOI: <https://doi.org/10.31908/19098367.3318>.



Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

propuesta denominada “*Framework for Human Metric Keys* o *Human Metrics Key Framework*” (FHMK) contemplando una base sólida para el desarrollo de procesos experimentales futuros y contribuye a medir el grado del impacto de cada uno de los indicadores centrados en métricas humanas dentro de procesos de desarrollo ágil.

II. METODOLOGÍA

A partir del manifiesto ágil se pueden identificar prácticas y técnicas que han ayudado a mejorar el proceso de desarrollo ágil, tal es el caso de Devops y sus principios, identificando métricas humanas como responsabilidad y autonomía de los equipos [3]. Centrado en la comunicación, colaboración y cultura organizacionales, aporta elementos enfocados en aspectos humanos (human Devops) y se reporta los principales beneficios como es: generar confianza, aprendizaje continuo, sentido de responsabilidad, la promoción de la seguridad psicológica y mejorar el liderazgo organizacional. En [5] se han identificado estados emocionales, liderazgo, sentimientos de culpa o libertad para hablar [6]; estos elementos centrados en métricas humanas que se han discutido a lo largo de múltiples estudios centrados en la técnica de revisión sistemática de la literatura[7] [8], [9].

Las metodologías ágiles han logrado incrementar la calidad en el desarrollo de software desde la perspectiva de satisfacción del cliente, entrega de componentes funcionales que cubren las expectativas del cliente y la entrega de valor agregado; sin embargo, cada día se incrementan las investigaciones que tiene el punto de partida en los proyectos ágiles a gran escala (múltiples equipos ágiles) donde se consideran los elementos sociotécnicos, dando importancia a los elementos humanos como punto central de esta investigación, donde se identificaron los siguientes contextos centrados en métricas humanas.

A. Seguridad Psicológica: se han empleado el proceso de recolección de datos por medio de encuestas que se centran en asumir riesgos, admitir errores, pedir ayuda y expresar libremente sus ideas [10]; como lo establece [6] la mayoría de los estudios de la seguridad psicológica se establecen en Reino Unido y Estados Unidos indicando una gran oportunidad para generar nuevos procesos experimentales o réplicas en América latina. Se contempla que la seguridad psicológica es un factor clave para el éxito de los equipos de desarrollo de software en contextos ágiles, pero se contempla la necesidad de investigación empírica que fortalezca el punto [11].

B. Engagement: [12], el compromiso laboral, desde la perspectiva de la relación del empleado con su trabajo con las implicaciones humanas como son: la dedicación, pasión, entusiasmo y el esfuerzo. Los empleados con mayor compromiso suelen ser más proactivos y creativos, mientras más satisfechos estén en su trabajo mejoran su salud mental y física siendo un estado afectivo emocional positivo y contagioso hacia sus demás compañeros [13].

C. Motivación Intrínseca: se refiere a un aspecto conductual de trabajar por el bien propio y se encuentra altamente relacionado con la autonomía laboral. La motivación intrínseca debe estar sobre un rol bien definido en el empleado con total libertad para desempeñarse y

autogestionarse[14] logrando así un estado psicológico donde la persona realice las actividades por interés propio, satisfacción personal y que está por encima solo de recibir una recompensa.

D. Burnout: se conoce que los procesos ágiles ofrecen procesos flexibles y entregas a corto plazo logrando eficiencia; sin embargo, dichos procesos pueden generar un estrés al personal involucrado cuando no se define de forma correcta el rol, los tiempos establecidos fuera de toda lógica o la generación de un análisis erróneo de la complejidad y perspectivas del cliente lo que provoca un agotamiento laboral y el síndrome de burnout. Autores como [15] centran sus apuestas en la atención plena para mitigar este agotamiento en las personas en proyectos ágiles afrontando las complejidades y problemas con los recursos con los que cuenta la persona para profundizar los estudios empíricos utilizan un Modelo de Transformación de la Capacidad (TMSC, por sus siglas en inglés) centrada en 4 etapas: 1) *evaluación primaria* para determinar la situación estresante negativa. 2) *evaluación secundaria* determinar con qué recursos se cuenta para afrontar la situación. 3) *afrontamiento* son las capacidades cognitivas y conductuales para enfrentar las demandas internas o externas. 4) resultados dependientes de la estrategia que es aplicada serán los efectos negativos o positivos de la forma en que se enfrenta al problema cuando se tiene los recursos disponibles se contempla tomar medidas directas para resolver la situación estresante (afrontamiento centrado en el problema PFC) en caso contrario cuando no se cuenta con los recursos se centra en obtener estabilidad emocional (EFC) sin resolver el problema.

E. Autonomía aplicada al equipo se considera como un elemento indirecto de éxito de la seguridad psicológica[16] y la capacidad de autoorganizarse para la toma de decisiones y gestión de flujos.

F. Estado del Flow se refiere a una condición de inmersión cognitiva profunda donde los desarrolladores de software pueden mantener atención sostenida durante actividades complejas como programación, depuración, refactorización, revisión de código y comprensión del software. Estudios recientes en ingeniería de software señalan que las interrupciones, la carga cognitiva, la complejidad de las tareas y el bienestar del desarrollador influyen en la productividad y en la capacidad de mantener dicho estado de concentración. [17], [18] Por ello, el flow puede considerarse un factor humano relevante para interpretar métricas de productividad en el desarrollo de software, especialmente en tareas que demandan alta complejidad cognitiva y resolución sostenida de problemas.

Se realizó una revisión sistemática de la literatura RSL con la aplicación de la metodología [19], que nos permite determinar las siguientes preguntas de investigación:

Q1: ¿Cuáles son las métricas humanas que se consideran en la aplicación de metodologías ágiles en proyectos de software?

Q2: ¿Cuál es su proceso metodológico y de experimentación que se aplica para medir el efecto de las métricas humanas en metodologías ágiles en proyectos de software?

El objetivo es identificar y definir las métricas humanas en procesos de desarrollo ágil y cómo se aplica el proceso de

experimentación.

III. RESULTADOS

La estrategia de búsqueda se centró en tres (3) bibliotecas digitales de alto impacto y artículos científicos entre los años 2020-2026 y las palabras claves en inglés: “agile”, “experiment” y los elementos claves de búsqueda (ECB) que se muestran en la tabla I.

TABLA I
RESUMEN DE INVESTIGACIONES POR BIBLIOTECAS DIGITALES DE ALTO IMPACTO.

Elemento clave de búsqueda (ECB)	SPRINGER	ELSEVIER	IEEE
Psychological Safety	T-58, I-2, E-56	T-33, I-2, E-31	T-34, I-3, E-31
Engagement	T-4, I-0, E-4	T-12, I-2, E-10	T-14, I-0, E-14
Intrinsic motivation	T-38, I-0, E-38	T-19, I-2, E-17	T-3, I-3 E-0
Burnout	T-5, I-0, E-5	T-7, I-2, E-5	T-14, I-2, E-12
Autonomy	T-8, I-1, E-7	T-9, I-3, E-6	T-27, I-1, E-26
Flow	T-23, I-2, E-21	T-28, I-0, E-28	T-34, I-0, E-34
Human metrics	T-1, I-0, E-1	T-13, I-0, E-13	T-10, I-1, E-9

T: artículos totales, I: Incluidos, E: excluidos

Las reglas de inclusión son todos aquellos artículos que hablen de métricas humanas en entornos ágiles con los elementos ECB y se identifique un proceso experimental. De tal forma, que la exclusión asegure que no sean artículos científicos, que no estén contemplados en el rango de los años (2020-2026) y no consideren un proceso experimental. Es necesario señalar que las palabras claves no fueron exhaustivas y se centró solo en tres (3) elementos de bibliotecas digitales.

En los resultados encontrados podemos distinguir que las métricas humanas se trabajan como conductas humanas observables y se consideran las métricas como retos interpersonales como discrepar sugerencias o ideas, identificar problemas, recomendar cambios, feedback, pedir ayuda, señalar errores, admitir errores propios y emplearon un proceso de investigación cualitativa [20] usaron datos de stack exchange software engineering (SESWE) empleando la técnica de análisis de contenido de un conjunto de post. En [21] considera los mismos elementos de la seguridad psicológica y contempla que la falta de dicho elemento conlleva a la fuga de talento en contextos ágiles de gran escala, se consideran el comportamiento del líder, relaciones de confianza, respeto, seguridad, motivación intrínseca y diseño del equipo para el aprendizaje emplearon procesos de entrevistas semiestructuradas a profesionales del área con distintos roles, empleando estudios sistemáticos de análisis de foros y entrevistas, dicho proceso metodológico se empleó en [22] aplicado a 52 profesionales de Bulgaria encontrando una correlación negativa entre el desempeño del equipo, la reflexividad y el desempeño dentro de la seguridad psicológica así como los rasgos de la personalidad de los miembros del equipo incrementaron el proceso negativo, el elemento que modero este efecto fue la apertura a la

experiencia.

En [23] utilizaron un proceso mixto con una fase cualitativa exploratoria con entrevistas y una segunda fase cuantitativa con encuestas encontraron que los individuos, equipos y el liderazgo trabajan bajo un entorno favorable con transparencia y sin sentimiento de culpa la seguridad psicológica aumenta así como el bienestar de las personas. En [24] nos otorga un panorama completo de los procesos experimentales que se han desarrollado desde estudios transversales, seguido de longitudinales y cuasiexperimentales, empleando técnicas estadísticas para evaluar las métricas como la improvisación, el flujo de trabajo, liderazgo digital y el compromiso empleando el modelo de ecuaciones estructurales [22], análisis de regresiones, modelado multinivel y correlaciones con análisis factorial, en [16], [25] se complementó con un análisis de mínimos cuadrados parciales para medir capacidad del equipo, la participación del cliente, la seguridad psicológica y autonomía del equipo.

Un elemento clave es el liderazgo ético [26] que tiene un efecto positivo con la motivación intrínseca [27] el empoderamiento psicológico, comportamiento innovador y la cultura centrada en el intercambio del conocimiento.

Se empleó un multimétodo combinando una RSL y el estudio de un caso interpretativo [28] se identificó que la cultura organizacional y la responsabilidad son elementos claves dentro del proceso.

Cuando se identifican emociones negativa como ansiedad, frustración, agotamiento, desmotivación como lo hicieron en [29] para determinar las causas a través del empleo empírico, observacional y la aplicación de una escala psicológica conocida como Job Affective Wellbeing Scale (JAWS), se determinó que los elementos técnicos como los requerimientos inestables generan ansiedad, y los cambios durante su implementación provoca fatiga y desmotivación, los problemas no resueltos cerca de la entrega del sprint incrementa la frustración, agotamiento y depresión emocional a diferencia de una buena coordinación ágil que logra incrementar la satisfacción, calma y entusiasmo. En la mayoría de las veces en entornos ágiles se desarrolla un ambiente bajo presión es donde el liderazgo del servicio, con empatía, resiliencia, apoyo y con un propósito compartido se logra incrementar la productividad tal fue el caso en [30] que a partir de la aplicación cuantitativa y correlacional determinaron que la moral del equipo y adopción de nuevas herramientas como la inteligencia artificial incrementa la moral del equipo y generando un mayor bienestar emocional.

Otro proceso metodológico empleando un proceso experimental y comparativo fue en [31] donde aplicaron encuestas y entrevistas y a partir de tasa de retrabajo lograron medir entendimiento, comunicación y coordinación, así como el interés, compromiso, disposición a colaborar con una participación activa. Otro punto interesante es la conformación del equipo por medio de la evaluación del esfuerzo se determinó que la homogeneidad y la experiencia son elementos esenciales para el éxito a partir del uso de la magnitud media del error relativo (MMRE) y el índice ponderado de homogeneidad del equipo (WTHI) logran definir estos resultados [32].

Tomando como punto de partida el manifiesto ágil

(principios y valores) para la construcción de FHMK se consideran: elementos observables, el estado emocional, métricas humanas medibles, así como los elementos humanos que pueden ser afectados de forma negativa se presenta la siguiente tabla II.

TABLA II
MÉTRICAS HUMANAS CON ELEMENTOS OBSERVABLES DE ACUERDO CON LOS PRINCIPIOS Y VALORES ÁGILES, ELEMENTOS HUMANOS MEDIBLES Y EFECTOS NEGATIVOS.

Valor / Principio Ágil	Acciones observables en el equipo	Estado emocional asociado	métrica humana medible	métrica humana que puede afectar el rendimiento
Individuos e interacciones sobre procesos	Reuniones 1:1 frecuentes, feedback continuo	Confianza (M1)	Seguridad psicológica	Miedo a expresar ideas o errores
	Escucha activa en dailys y retrospectivas	Respeto (M2)	Calidad de comunicación	Conflictos interpersonales
Software funcionando sobre documentación extensiva	Entregas frecuentes de valor	Satisfacción (M3)	Motivación intrínseca	Fatiga por presión continua
	Validación continua con usuario	Sentido de logro (M4)	Engagement	Frustración por cambios constantes
Colaboración con el cliente sobre negociación contractual	Co-creación con stakeholders	Empatía (M5)	Orientación al usuario	Ambigüedad y expectativas irreales
	Ajuste de requerimientos en tiempo real	Flexibilidad emocional (M6)	Adaptabilidad	Estrés por incertidumbre
Responder al cambio sobre seguir un plan	Iteraciones cortas con ajustes	Apertura (M7)	Tolerancia a la incertidumbre	Resistencia al cambio
	Experimentación constante	Curiosidad (M8)	Mentalidad de crecimiento	Temor al fracaso
Entrega continua de valor	Releases frecuentes	Confianza en el equipo (M9)	Autonomía	Sobrecarga laboral
Aceptación al cambio	Revisión positiva de errores	Seguridad (M10)	Cultura de aprendizaje	Cultura de culpabilidad
Trabajo en conjunto diario	Comunicación transversal	Pertenencia (M10)	Cohesión de equipo	Silos organizacionales (división, barreras para compartir información)
Proyectos con individuos motivados	Autogestión de tareas	Motivación (M11)	Empowerment	Falta de claridad en responsabilidades
Conversación cara a cara	Interacción directa (video o presencial)	Cercanía (M12)	Calidad relacional	Aislamiento social
Ritmo sostenible	Balance carga laboral	Bienestar (M13)	Salud mental	Burnout
Excelencia técnica	Mejora continua (refactoring, code review)	Orgullo profesional (M14)	Autoeficacia	Ansiedad por desempeño
Simplicidad	Priorización clara	Claridad mental (M15)	Reducción de estrés	Saturación cognitiva
Equipos autoorganizados	Toma de decisiones autónoma	Confianza grupal (M16)	Madurez del equipo	Confusión en liderazgo o definición de rol ambiguo
Retrospectivas periódicas	Reflexión continua	Honestidad (M17)	Inteligencia emocional colectiva	Falta de apertura emocional

TABLA III

FRAMEWORK DE MÉTRICAS HUMANAS PARA EL PROCESO EXPERIMENTAL
DENTRO DE PROYECTOS DE DESARROLLO ÁGIL (MÉTRICA HUMANA Y
OPERACIONALIDAD EN UN PROCESO EXPERIMENTAL)

Métrica Humana	Definición operacional (qué significa en el experimento)	Indicador observable	Métrica cuantificable
Confianza	Percepción de apoyo y fiabilidad entre miembros	Compartir ideas sin temor	% de participación abierta en reuniones
Respeto	Reconocimiento y valoración de opiniones	Interrupciones o validaciones durante reuniones	Número de interacciones positivas/negativas
Satisfacción	Nivel de agrado con el trabajo realizado	Expresiones de conformidad con tareas	Índice de satisfacción laboral
Sentido de logro	Percepción de cumplimiento de objetivos	Celebración de metas alcanzadas	% de objetivos percibidos como cumplidos
Empatía	Capacidad de comprender necesidades ajenas	Ayuda entre compañeros	Frecuencia de apoyo colaborativo
Flexibilidad emocional	Adaptación emocional ante cambios	Reacción ante cambios de requerimientos	Tiempo de adaptación a cambios
Apertura	Disposición a aceptar nuevas ideas	Participación en retrospectivas	Número de propuestas nuevas
Curiosidad	Interés por explorar soluciones nuevas	Experimentación técnica	Número de pruebas/prototipos realizados
Confianza en el equipo	Creencia en la capacidad colectiva	Delegación efectiva	Índice de colaboración efectiva
Seguridad	Sensación de estabilidad emocional	Reconocimiento de errores sin miedo	Número de errores reportados voluntariamente
Pertenencia	Sentido de integración al grupo	Participación activa	Nivel de identificación con el equipo
Motivación	Energía orientada al cumplimiento de metas	Iniciativa propia	Índice de motivación intrínseca
Cercanía	Calidad de relaciones interpersonales	Comunicación informal efectiva	Frecuencia de interacción espontánea
Bienestar	Estado psicológico saludable	Fatiga o estrés percibido	Índice de bienestar emocional
Orgullo profesional	Valoración positiva del propio trabajo	Defensa de calidad técnica	Nivel de satisfacción con entregables
Claridad mental	Comprensión clara de tareas y objetivos	Menos dudas/retrabajo	Número de aclaraciones requeridas
Confianza grupal	Creencia en la capacidad del equipo para autogestionarse	Participación en decisiones autónomas	Nivel de autonomía percibida
Honestidad	Transparencia en comunicación y errores	Reconocimiento de problemas reales	Número de incidencias comunicadas

TABLA IV

FRAMEWORK DE MÉTRICAS HUMANAS PARA EL PROCESO EXPERIMENTAL
DENTRO DE PROYECTOS DE DESARROLLO ÁGIL CON INSTRUMENTO SUGERIDO,
FRECUENCIA DE MEDICIÓN Y RIESGO METODOLÓGICO A CONTROLAR.

Métrica Humana	Instrumento sugerido	Frecuencia de medición	Riesgo metodológico para controlar
Confianza	Escala de Seguridad Psicológica de Edmondson	Cada sprint	Sesgo de deseabilidad social
Respeto	Observación estructurada + encuesta Likert	Semanal	Interpretación subjetiva
Satisfacción	Job Satisfaction Survey (JSS)	Fin de sprint	Estado emocional temporal
Sentido de logro	Encuesta Likert	Fin de sprint	Sobreestimación individual
Empatía	Team Emotional Intelligence Survey	Semanal	Influencia cultural
Flexibilidad emocional	Escala de Adaptabilidad	Cada cambio importante	Cambios externos no controlados
Apertura	Observación + encuesta	Sprint	Dominancia de ciertos miembros
Curiosidad	Registro de actividades	Sprint	Diferencias de experiencia
Confianza en el equipo	Team Trust Scale	Sprint	Relaciones previas entre miembros
Seguridad	Encuesta psicológica	Sprint	Cultura organizacional
Pertenencia	Sense of Belonging Instrument	Mensual	Rotación de personal
Motivación	WEIMS	Sprint	Influencia salarial
Cercanía	Social Network Analysis	Semanal	Trabajo remoto
Bienestar	WHO-5 Well-being Index	Semanal	Factores personales externos
Orgullo profesional	Encuesta Likert	Sprint	Perfeccionismo
Claridad mental	Registro Jira/Trello + encuesta	Sprint	Mala definición de requisitos
Confianza grupal	Team Autonomy Scale	Sprint	Dependencia excesiva del líder
Honestidad	Observación + encuesta ética	Sprint	Miedo a represalias

Al término de la evaluación de la RSL se logró identificar que los métodos experimentales más utilizados son modelos de ecuaciones estructurales, estudios correlacionales y aplicación de pruebas psicológicas, se identifica elementos observables, entrevistas y cuestionarios, complemento de FHMK se presentan en las tablas III y IV.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los factores humanos han adquirido una importancia creciente dentro de la ingeniería de software, especialmente en variables como la seguridad psicológica, el engagement, la autonomía, la motivación intrínseca y el bienestar emocional. Por ello, el nuevo concepto dentro de la disciplina con el que se podría empezar a categorizar estas nuevas apuestas se sitúa en el marco de una ingeniería de software humanista. A diferencia de estudios previos enfocados en métricas técnicas y de productividad, en este trabajo se propuso una perspectiva socio-técnica centrada en el análisis sistemático del comportamiento humano en equipos ágiles mediante un

framework estructurado de métricas humanas alineadas con los principios y valores del manifiesto ágil.

Como principal contribución, se desarrolló el framework “*Framework for Human Metric Keys o Human Metrics Key Framework*”. (FHMK)”, integrado por 17 métricas humanas medibles, acompañadas de indicadores observables, instrumentos de evaluación, riesgos metodológicos y factores negativos que pueden afectar el rendimiento de los equipos. Esta propuesta amplía investigaciones previas que abordan elementos humanos de forma aislada o conceptual, se proporciona una estructura experimental aplicable para contextos reales de desarrollo de software ágil.

La RSL permitió identificar que la mayoría de las investigaciones actuales continúan utilizando enfoques descriptivos o exploratorios, mientras que los estudios experimentales robustos siguen siendo limitados. Aunque algunos trabajos recientes emplean modelos estadísticos, correlacionales y pruebas psicométricas, aún existen deficiencias relacionadas con la falta de estudios longitudinales, validaciones empíricas en América Latina y control de variables externas como liderazgo, cultura organizacional y condiciones emocionales individuales.

En este sentido, se propone ampliar futuras investigaciones mediante el uso de analítica de datos, e inteligencia artificial para obtener métricas más dinámicas y precisas para medir su impacto. Desde una perspectiva aplicada, el framework puede apoyar a Scrum Masters, Agile Coaches y organizaciones en la detección temprana de problemas como burnout, conflictos interpersonales o disminución de la motivación, fortaleciendo una ingeniería de software centrada en las personas y no únicamente en variables técnicas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los colaboradores e investigadores de México y Colombia por sus observaciones y comentarios. La mejora de la redacción se ha pasado por la herramienta IA GEMIN Google. (2026). Gemini (Versión 1.5 Pro) [Modelo de lenguaje grande]. <https://gemini.google.com>.

REFERENCIAS

- [1] M. Beedle, *et al.* «Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software». Accedido: 22 de mayo de 2026, [En línea]. Disponible en: <https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html>
- [2] L. Peláez Valencia, B. Osorio Patiño, y I. A. Delgado González, «Logro ágil de resultados de aprendizaje en ingeniería desde la obra de El Principito», presentado en Ingeniería para transformar territorios, sep. 2023, pp. 1-13. doi: 10.26507/paper.2875.
- [3] A. V. Jha *et al.*, «From theory to practice: Understanding DevOps culture and mindset», *Cogent Eng.*, vol. 10, n.º 1, p. 2251758, dic. 2023, doi: 10.1080/23311916.2023.2251758.
- [4] K. Beck *et al.*, «Manifesto for agile software development», 2001, Accedido: 22 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571980075824391040>
- [5] J. J. López-Jiménez, J. Pérez-Sánchez, J. M. Carrillo-de-Gea, J. Nicolás Ros, y J. L. Fernández-alemán, «Human DevOps: A tool for measuring and enhancing human factors in DevOps adoption», *SoftwareX*, vol. 33, p. 102515, feb. 2026, doi: 10.1016/j.softx.2026.102515.
- [6] A. Alami, M. Zahedi, y O. Kracher, The role of psychological safety in promoting software quality in agile teams, *Empir. Softw. Eng.*, vol. 29, n.º 5, p. 119, sep. 2024, doi: 10.1007/s10664-024-10512-1.
- [7] A. L. N. Kaiser, E. Dutra, y G. Santos, «Investigating How Psychological Safety Can Be Fostered in Agile Teams», en *Anais do*

- XXXIX Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES 2025)*, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, sep. 2025, pp. 348-359. doi: 10.5753/sbes.2025.9953.
- [8] A. Razzaq, J. Buckley, Q. Lai, T. Yu, y G. Botterweck, A Systematic Literature Review on the Influence of Enhanced Developer Experience on Developers' Productivity: Factors, Practices, and Recommendations, *ACM Comput. Surv.*, vol. 57, n.º 1, pp. 1-46, ene. 2025, doi: 10.1145/3687299.
- [9] L. M. Restrepo-Tamayo y G. P. Gasca-Hurtado, «Human Aspects in Software Development: A Systematic Mapping Study», en *Collaboration Technologies and Social Computing*, vol. 13632, L.-H. Wong, Y. Hayashi, C. A. Collazos, C. Alvarez, G. Zurita, y N. Baloian, Eds., en *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 13632., Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 1-22. doi: 10.1007/978-3-031-20218-6_1.
- [10] M. C. Aguilar Bustamante *et al.*, «Una revisión sistemática sobre la seguridad psicológica: características y retos», *Suma Psicológica*, vol. 30, n.º 2, pp. 49-63, 2023, doi: 10.14349/sumapsi.2023.v30.n2.6.
- [11] M. Buvik y A. Tkachik, «Psychological Safety in Agile Software Development Teams: Work Design Antecedents and Performance Consequences», presentado en Hawaii International Conference on System Sciences, 2022. doi: 10.24251/HICSS.2022.880.
- [12] W. B. Schaufeli, what is engagement? », en *Employee engagement in theory and practice*, Routledge, 2013, pp. 15-35. Accedido: 22 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203076965-3/engagement-wilmar-schaufeli>
- [13] J. J. Hakanen y J. Kaltiainen, «Work Engagement: Feeling Happy, Motivated, and Resilient at Work», *Annu. Rev. Organ. Psychol. Organ. Behav.*, vol. 13, n.º 1, pp. 23-48, ene. 2026, doi: 10.1146/annurev-orgpsych-020924-064233.
- [14] M. AHMED, N. NANDA, y D. R. C. HOODA, «INTERACTION MODELLING OF JOB AUTONOMY AND INTRINSIC MOTIVATION», *TPM-Testing Psychom. Methodol. Appl. Psychol.*, vol. 32, n.º S1 (2025): Posted 12 May, pp. 837-842, 2025. Accedido: 22 de mayo de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/368>
- [15] H. Jafarzadeh, H. Mosafar, y J. Sarabadani, «Burnout in agile teams: The role of mindful software development», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 187, p. 107852, nov. 2025, doi: 10.1016/j.infsof.2025.107852.
- [16] T. Peeters, K. Van De Voorde, y J. Pauw, The effects of working agile on team performance and engagement», *Team Perform. Manag. Int. J.*, vol. 28, n.º 1/2, pp. 61-78, feb. 2022, doi: 10.1108/TPM-07-2021-0049.
- [17] Y. Ma, Y. Huang, y K. Leach, Breaking the flow: A study of interruptions during software engineering activities, en *Proceedings of the IEEE/ACM 46th International Conference on Software Engineering*, 2024, pp. 1-12. doi: <https://doi.org/10.1145/3597503.3639079>.
- [18] F. Poreba y S. Sobernig, «Interruptibility of software developers and its prediction using psycho-physiological sensors: a replication», *Empir. Softw. Eng.*, vol. 31, n.º 3, p. 57, 2026, doi: <http://dx.doi.org/10.1145/2702123.2702593>.
- [19] B. A. Kitchenham, D. Budgen, y P. Brereton, *Evidence-Based Software Engineering and Systematic Reviews*, 0 ed. Chapman and Hall/CRC, 2015. doi: 10.1201/b19467.
- [20] B. Santana, S. Freire, J. A. M. Santos, y M. Mendonça, «Psychological Safety in the Software Work Environment», *IEEE Softw.*, vol. 41, n.º 4, pp. 86-94, jul. 2024, doi: 10.1109/MS.2024.3386532.
- [21] M. O. Ahmad, Psychological Safety, Leadership and Non-Technical Debt in Large Scale Agile Software Development, presentado en 18th Conference on Computer Science and Intelligence Systems, sep. 2023, pp. 327-334. doi: 10.15439/2023F8595.
- [22] G. Eleftherakis, V. Dimitrova, D. Maglova, y V. Morogianni, «Exploring Success Factors of Agile Teams: The Impact of Personality Traits, Psychological Safety, and Team Reflexivity on Performance», en *2024 16th International Conference on Human System Interaction (HSI)*, Paris, France: IEEE, jul. 2024, pp. 1-6. doi: 10.1109/HSI1632.2024.10613563.
- [23] A. Alami, M. Zahedi, y O. Kracher, «Antecedents of psychological safety in agile software development teams», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 162, p. 107267, oct. 2023, doi: 10.1016/j.infsof.2023.107267.
- [24] P. Godliuskas y D. Šmite, «The well-being of software engineers: a systematic literature review and a theory», *Empir. Softw. Eng.*, vol. 30, n.º 1, p. 35, ene. 2025, doi: 10.1007/s10664-024-10543-8.
- [25] J. Zhang, A. Y. Khan, M. Akhtar, y A. Y. Khan, «Psychological safety as a key moderator: exploring digital leadership, flow and

improvisational ability through a dual PLS-SEM and fsQCA approach», *BMC Psychol.*, 2026, doi: <https://doi.org/10.1186/s40359-026-04370-3>.

- [26] M. S. Al Mansoori, F. Jabeen, P. Piccardi, y A. Pezone, Unraveling knowledge sharing behavior under ethical leadership: the mediating role of knowledge-centered culture and intrinsic motivation, *J. Knowl. Manag.*, vol. 29, n.º 8, pp. 2795-2817, sep. 2025, doi: 10.1108/JKM-06-2024-0714.
- [27] M. Malik, S. Sarwar, y S. Orr, «Agile practices and performance: Examining the role of psychological empowerment», *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 39, n.º 1, pp. 10-20, ene. 2021, doi: 10.1016/j.ijproman.2020.09.002.
- [28] B. Daemen, K. Tsilionis, y O. Turetken, «Balancing organizational alignment, team autonomy, and control in large-scale agile organizations», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 191, p. 107998, mar. 2026, doi: 10.1016/j.infsof.2025.107998.
- [29] K. Madampe, R. Hoda, y J. Grundy, Addressing Bad Feelings in Agile Software Project Contexts: Considering Team Welfare and Developer Mental Health, *IEEE Softw.*, vol. 41, n.º 4, pp. 44-50, jul. 2024, doi: 10.1109/MS.2024.3377703.
- [30] D. Guru *et al.*, «Cultivating Agile Software Development Teams through IT Servant Leadership: Strategies for Success», en *2025 12th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, Semarang, Indonesia: IEEE, sep. 2025, pp. 664-669. doi: 10.1109/EECSI67060.2025.11290433.
- [31] J. Sadiq y Z. Rana, «The Study of Characteristics of Self Organizing Teams in Agile», en *2024 21st International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)*, Murree, Pakistan: IEEE, ago. 2024, pp. 203-208. doi: 10.1109/IBCAST61650.2024.10877114.
- [32] M. M. Sami y A. Afzal Malik, «Assessing the Role of Human Factors in Software Effort Estimation: A Quantitative Study», en *2025 International Conference on Emerging Technologies in Electronics, Computing, and Communication (ICETECC)*, Jamshoro, Pakistan: IEEE, abr. 2025, pp. 1-6. doi: 10.1109/ICETECC65365.2025.11070271.



Iván Andrés Delgado González. Recibió el título de Ingeniero de Sistemas en 2005, de la Universidad Central, Bogotá, Colombia; de MSc. en Sistemas Computacionales en 2012, de la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá. Se vinculó a la Fundación Universitaria Juan de Castellanos en el año 2005, y es profesor asistente desde el año 2016. Entre los años 2011 y 2012, fue coordinador de registro y control académico; del 2013 al 2016, director del programa de ingeniería de sistemas; del 2017 al 2022, Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas; actualmente, se desempeña como Director General de Aseguramiento de la Calidad de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos; Par académico nacional CONACES y CNA; par académico internacional certificado por el sistema ARCU-SUR y SINAES. Profesor e investigador asociado en programas de ingeniería en los niveles de formación de pregrado y posgrado. Cursa el Doctorado de Tecnologías de Información de la Fundación Universitaria Juan De Castellanos.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0417-2649>.



Miguel Ángel Cohuó Ávila. Obtuvo el grado de Maestría en Tecnologías de la información 2008 por la Universidad Latino en la ciudad de Mérida Yucatán, México, y el grado de Doctor en Sistemas Computacionales en 2018 por la Universidad del Sur Campus Mérida, es profesor de tiempo en el Tecnológico Superior de Calkini TECNM ha dirigido proyectos de investigación en el área de sistemas computacionales y tesis doctorales de Licenciatura maestría y Doctorado. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4365-187X>.



Luis Eduardo Peláez Valencia. Es Ingeniero de Sistemas, Esp. en Propiedad Intelectual, MSc. En Ingeniería de Software, Master en Ingeniería de Software línea Gestión y Desarrollo de Proyectos Software, Doctor en Proyectos línea TICS. Ha trabajado como director de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Decano de Ciencias Básicas e Ingeniería, director de Investigaciones e Innovación y Vicerrector Académico.

Actualmente, se desempeña como Profesor e Investigador Asociado. Es evaluador de la alta calidad para los programas académicos de la Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad de Córdoba. Es profesor del programa de Maestría en Tecnologías de la Información y Doctorado en Tecnologías de Información de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos, Profesor de la Maestría en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira, Par académico internacional certificado por el sistema ARCU-SUR. Profesor e investigador en programas de ingeniería en los niveles de pregrado y posgrado. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4836-8336>.