



Ciencia e Ingeniería Neogranadina

ISSN: 0124-8170

ISSN: 1909-7735

Universidad Militar Nueva Granada

Delgado Jojoa, Juan David; Revelo Sánchez, Oscar; Vallejo Chamorro, Sandra
Influencia de la meticulosidad en la adecuación funcional
y mantenibilidad de sistemas orientados a objetos*
Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 33, núm. 2, 2023, Julio-Diciembre, pp. 65-78
Universidad Militar Nueva Granada

DOI: <https://doi.org/10.18359/rcin.6872>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91178599006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEV
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Influencia de la meticulosidad en la adecuación funcional y mantenibilidad de sistemas orientados a objetos*

Juan David Delgado Jojoa^a ■ Oscar Revelo Sánchez^b ■ Sandra Vallejo Chamorro^c

Resumen: Una cantidad importante de estudios ha evidenciado que la personalidad influye de manera positiva en el ámbito de la ingeniería de *software*. Sin embargo, solo unos pocos estudios empíricos han analizado la influencia de la personalidad en los atributos de calidad del *software*. El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos que tiene la formación de grupos homogéneos bajo la dimensión de la meticulosidad, con respecto a la mantenibilidad en sistemas orientados a objetos y la adecuación funcional del producto *software*. Se contó con un total de 76 participantes, y se empleó una herramienta computacional basada en un mecanismo de algoritmo genético, considerando la personalidad de los estudiantes como criterio de agrupación. Como resultado, se evidenció que no existe una diferencia significativa que permita afirmar que la formación de grupos homogéneos haya obtenido mejores resultados con respecto a las métricas Chidamber & Kemerer (ck) y a la adecuación funcional. A pesar de estos resultados, las puntuaciones promedio de las métricas Coupling Between Objects (cbo) y Response for a Class (rfc) en el grupo experimental estuvieron ligeramente por encima del umbral deseado y ligeramente por debajo del promedio del grupo de control. Esto indica que la meticulosidad en la formación de grupos podría afectar la complejidad del diseño, la modularidad, la propensión a fallas y la facilidad de realizar pruebas en las clases. Se sugiere seguir explorando qué dimensiones específicas de la personalidad pueden influir en los diferentes atributos de calidad del *software* y en general de la ciencia de la computación.

Palabras clave: meticulosidad; mantenibilidad en sistemas OO; adecuación funcional; equipos de desarrollo; calidad del *software*

* Artículo de investigación.

- a Ingeniero de sistemas, candidato a magíster en ingeniería de sistemas y computación. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Correo electrónico: juan.delgado@udenar.edu.co
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8197-8008>
- b Ph. D. en ciencias de la electrónica, magíster en investigación de operaciones, especialista en multimedia educativa, ingeniero de sistemas, licenciado en comercio y contaduría. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Correo electrónico: orevelo@udenar.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2882-5779>
- c Magíster en gestión de la tecnología educativa, especialista en administración de la informática educativa, especialista en docencia universitaria, ingeniera de sistemas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Correo electrónico: sandravallejo@udenar.edu.co ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3732-9267>

Recibido: 05/08/2023 **Aceptado:** 27/08/2023 **Disponible en línea:** 27/12/2023

Cómo citar: J. D. Delgado Jojoa, O. Revelo Sánchez, y S. Vallejo Chamorro, «Influencia de la meticulosidad en la adecuación funcional y mantenibilidad de sistemas orientados a objetos», Cien. Ing. Neogranadina, vol. 33, n.º 2, pp. 65-78. Diciembre 2023.

Influence of Conscientiousness on the Functional Suitability and Maintainability of Object-Oriented Systems

Abstract: A significant body of research has shown that personality positively influences the field of software engineering. However, only a few empirical studies have analyzed the impact of personality on software quality attributes. The objective of this work is to evaluate the effects of forming homogeneous groups under the dimension of conscientiousness concerning maintainability in object-oriented systems and the functional suitability of the software product. A total of 76 participants were involved, and a computational tool based on a genetic algorithm mechanism was used, considering students' personality as a grouping criterion. As a result, it was observed that there is no significant difference that allows stating that forming homogeneous groups yielded better results concerning Chidamber & Kemerer (CK) metrics and functional suitability. Despite these results, the average scores of Coupling Between Objects (CBO) and Response for a Class (RFC) metrics in the experimental group were slightly above the desired threshold and slightly below the control group's average. This indicates that conscientiousness in group formation could affect the design complexity, modularity, susceptibility to faults, and ease of testing in classes. It is suggested to continue exploring specific dimensions of personality that may influence different software quality attributes and, in general, computer science.

Keywords: Conscientiousness; Maintainability In OO Systems; Functional Suitability; Development Teams; Software Quality

Introducción

En el campo de la ingeniería de *software* (is) es ampliamente reconocido que el factor humano desempeña un papel crítico en el éxito de los proyectos de desarrollo [1]–[4], debido a que no solo los factores técnicos, tecnológicos y metodológicos son determinantes para construir *software* de calidad [5]. Existen en ese sentido aspectos y características más específicas y de fondo que pueden contribuir a que las tareas de desarrollo de *software* sean exitosas, como son los rasgos de personalidad, los cuales se refieren al conjunto de características únicas, patrones de pensamiento, sentimientos y comportamientos que definen a una persona [6].

Numerosos estudios han explorado la influencia de la personalidad en diversos aspectos de la is, incluyendo la composición de equipos, el rendimiento académico, la productividad del equipo, la asignación de roles, entre otros [7]–[14]. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos y avances, aún existen incógnitas, contradicciones y desafíos en esta área [15]–[20]. En particular, se ha prestado una atención limitada a cómo la personalidad afecta atributos específicos de calidad del *software* [15], [18]–[21]. La complejidad de los seres humanos y las dinámicas en el desarrollo de *software* plantean desafíos continuos, con incógnitas que persisten en cuanto a la interacción entre múltiples dimensiones de la personalidad y la manera como estas afectan la is en diferentes contextos.

El presente estudio aborda este vacío, centrándose específicamente en la dimensión de la meticulosidad y su relación con la mantenibilidad y la adecuación funcional en sistemas orientados a objetos. La meticulosidad, que es una de las cinco dimensiones del modelo Big Five [22], se destaca por su estrecha afinidad con las demandas específicas de la programación de *software*. Esta dimensión caracteriza a las personas que tienden a prestar mucha atención a los detalles, son ordenadas y organizadas, y se esfuerzan por hacer las cosas de manera precisa y correcta [23], [24], atributos considerados fundamentales para garantizar la calidad del *software* desarrollado [25], [26]. Además, es importante destacar a la meticulosidad

como una de las dimensiones más comunes en los desarrolladores de *software* [26]. Sin embargo, a pesar de que no se ha explorado extensamente esta dimensión en la literatura, su estudio tiene un gran potencial para aportar al campo, al abordar un aspecto poco explorado y fundamental para comprender el modo en que influye en la calidad del *software* y en el desempeño de los equipos de desarrollo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar cómo la formación de grupos homogéneos, basados en la dimensión de la meticulosidad, influye en la mantenibilidad y en la adecuación funcional, en comparación con grupos formados por preferencia de los estudiantes.

Este tipo de investigaciones es fundamental por varias razones de gran relevancia. En primer lugar, la meticulosidad es una característica que puede influir en la forma en que los miembros del equipo abordan tareas y resuelven problemas. Al comprender la manera en que esta se relaciona con la composición de equipos, puede facilitar la creación de grupos más afines en términos de enfoque y estilo de trabajo, lo que puede llevar a una mayor cohesión y colaboración. Además, este estudio tiene el potencial de contribuir al desarrollo de técnicas para la formación de equipos de desarrollo de *software*. Al identificar características de personalidad, como la meticulosidad, que influyen en la dinámica del equipo y en la calidad del trabajo, se pueden establecer criterios más precisos para la selección de miembros. Esto no solo puede mejorar el rendimiento general de los equipos de desarrollo, sino también la calidad del *software* producido, lo que a su vez impacta en la satisfacción del cliente y el éxito del proyecto. En este sentido, se espera fomentar una mayor atención y análisis de estos factores en futuras investigaciones, ya que a menudo los aspectos humanos en la is son ignorados, no se les presta la misma atención y no se analizan con el mismo detalle que los factores técnicos, tecnológicos y metodológicos [27].

Para presentar este estudio, se ha seguido la siguiente estructura: la sección 1 contextualiza los trabajos relacionados, la sección 2 detalla los materiales y métodos del estudio, la sección 3 expone los resultados y la discusión, la sección 4 relaciona

las conclusiones y, por último, se enumeran las referencias bibliográficas correspondientes.

Trabajos relacionados

Numerosos estudios previos han explorado la relación entre la personalidad y su posible influencia en varios contextos de la *is*. Estas investigaciones han tenido como objetivo desentrañar si los rasgos de personalidad pueden tener un impacto cuantificable en la calidad del *software*, la eficiencia de los equipos de desarrollo y otros aspectos fundamentales en este ámbito. Por ejemplo, Sánchez *et al.* [28] evidenciaron que la formación homogénea basada en rasgos de personalidad produjo mejores resultados académicos al momento de desarrollar una actividad colaborativa en los cursos iniciales de programación. Así mismo, E. Weilemann y P. Brune [26] muestran que diferentes perfiles de personalidad son útiles para diferentes roles y que las correspondientes decisiones de personal pueden ser ventajosas para el desempeño de equipos de *is*. También se ha evidenciado que las dimensiones de meticulosidad y extroversión son predominantes al afectar positivamente las actividades de ingeniería de requisitos [29]. Además, se ha investigado sobre los efectos de personalidades homogéneas y heterogéneas en el rendimiento grupal, y mientras algunos autores sugieren que los equipos homogéneos funcionan mejor [12], [23], [28], [30], otros sostienen que la heterogeneidad de los grupos juega un papel importante en la mejora de su rendimiento [31], [32].

Por su parte, Barroso *et al.* [21] observaron una relación significativa entre la métrica Profundidad de Árbol Herencia (DIT) en el código de *software* y los tipos de personalidad definidos por el modelo Myers Briggs Types-Indicator (MBTI). En otros estudio, Barroso *et al.* [33] mencionan que un mayor puntaje en la dimensión de neuroticismo pueden contribuir a una mejor calidad del *software*, especialmente en métricas como Complejidad Ciclomática (CC), Acoplamiento entre Objetos (CBO) y DIT; no obstante, resaltan la importancia de realizar más estudios para determinar una conexión más profunda entre la personalidad y la calidad del *software*.

Por otro lado, un estudio realizado por M. Aqeel *et al.* [34] establece una relación entre la personalidad de los ingenieros de *software* y las habilidades requeridas en las diferentes etapas del desarrollo de *software*. Los hallazgos indican que se necesitan rasgos de personalidad distintos para desempeñar roles como analistas, diseñadores, desarrolladores, probadores y personal de mantenimiento de *software*. La selección adecuada de rasgos de personalidad para tareas específicas puede potenciar la eficacia en el ciclo de desarrollo de *software*. Por su parte, M. Caulo *et al.* [7] estudiaron la manera en que los rasgos de personalidad afectan la productividad de desarrolladores de *software* que trabajan en un proyecto de desarrollo de aplicaciones multiplataforma distribuido en GitHub. Participaron 31 estudiantes de maestría en ciencias de la computación, organizados en 13 equipos. Los resultados sugieren que los participantes más productivos tienden a tener altos niveles de amabilidad y meticulosidad.

Weilemann y Brune [19], así como Guveyi *et al.* [20], en sus respectivas revisiones de la literatura, resaltan la importancia que tiene la personalidad y el factor humano en la contribución a la calidad del *software*. Destacan que las interacciones, habilidades, rasgos de personalidad y factores emocionales de los ingenieros de *software* pueden tener un impacto significativo en la eficiencia y calidad de los proyectos de desarrollo. Sin embargo, en sus resultados no encontraron estudios empíricos suficientes que permitan consolidar esta conexión profunda entre la personalidad y la calidad del *software*, lo cual subraya la necesidad de llevar a cabo más investigaciones en esta área. Se hace hincapié en la importancia de seleccionar pruebas de tipo de personalidad cuya fiabilidad y validez estén bien establecidas, así como en definir claramente las métricas que se emplearán para medir los aspectos distintivos de la calidad del producto de *software*.

Materiales y métodos

El proceso investigativo se desarrolló bajo el paradigma positivista, ya que se fundamenta en el conocimiento científico, con un enfoque cuantitativo que permite la recolección y el análisis de

datos numéricos, fundamentales para la medición y comparación de variables. Además, se aplicaron técnicas estadísticas para analizar los datos obtenidos y establecer relaciones entre las variables de interés. En este sentido, se empleó un tipo de investigación correlacional que permitió medir el grado de relación entre las variables de estudio y se utilizó un diseño experimental general basado en un cuasi-experimento, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Diseño experimental

	Estímulo	Post-prueba
Grupo experimental (G_1)	X	O_1
Grupo de control (G_2)	—	O_2

Fuente: elaboración propia.

La validación de este estudio se realizó en grupos diferentes pertenecientes al curso de Ingeniería de *Software III* del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño (sedes Pasto e Ipiales), Colombia. Para el experimento se consideraron dos grupos, experimental (G_1) y de control (G_2), y el tratamiento experimental X, el cual consiste en formar grupos homogéneos basados en la dimensión de la meticulosidad. Por su parte, el grupo de control identifica a los grupos formados por preferencia de los estudiantes. Al finalizar el experimento, se aplicaron post-pruebas (O_1 y O_2) para evaluar la mantenibilidad y la adecuación funcional del *software* desarrollado por los grupos de trabajo.

La metodología constó de cinco etapas secuenciales, cada una con una entrada y una salida. Las entradas constituían los recursos iniciales necesarios para el proceso, mientras que las salidas venían dadas por los resultados o artefactos finales que servían como insumos para la siguiente etapa. A continuación, se explica brevemente cada una de ellas.

Etapla 1. Medición de rasgos de la personalidad: Tiene como propósito evaluar los rasgos de personalidad de los integrantes del grupo experimental a través del cuestionario BFI (Big Five Inventory), el cual consta de 44 preguntas de respuesta múltiple

tipo Likert, que miden las cinco dimensiones fundamentales del modelo Big Five: extroversión, amabilidad, meticulosidad, neuroticismo y apertura a nuevas experiencias. El modelo BFI tiene un amplio reconocimiento en círculos académicos y ha sido respaldado por múltiples investigaciones empíricas [35]. La preparación de los estudiantes, la aplicación del cuestionario, la recopilación y la tabulación de los resultados constituyen las tareas clave de esta fase. Los datos procesados generados desempeñan un papel central como punto de partida para la etapa dos.

Etapla 2. Formación de grupos homogéneos basados en la meticulosidad: En esta etapa, se usó una herramienta computacional propuesta por Sánchez *et al.* [28], que emplea un enfoque fundamentado en algoritmos genéticos, considerando los rasgos de personalidad de los estudiantes como criterio de agrupación, a fin de conformar los grupos de trabajo, como insumos clave para la tercera etapa. Este proceso se aplicó al grupo experimental, mientras que para el grupo de control los grupos de trabajo se formaron por preferencia de los estudiantes. Se consideró únicamente el análisis cuantitativo, sin incorporar aspectos cualitativos relacionados con la personalidad de los estudiantes participantes, ya que se encontraban fuera del alcance del estudio.

Etapla 3. Actividad académica: El propósito de esta actividad radica en promover el aprendizaje colaborativo, el desarrollo de habilidades técnicas y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la creación de un producto de *software*. Ello habilitó a los grupos para abordar un problema realista y, como resultado, se generó el *software* como insumo para la cuarta etapa.

Etapla 4. Evaluación de la mantenibilidad y adecuación funcional: En esta etapa se emplearon herramientas y metodologías ampliamente reconocidas en la literatura especializada. La mantenibilidad se evaluó según las métricas CK, las más utilizadas para los sistemas orientados a objetos (OO) [21], [36]–[39], las cuales se calcularon mediante la herramienta IDE IntelliJ IDEA Community Edition [40]. Por su parte, la evaluación de la adecuación funcional se basó en las subcaracterísticas definidas por la norma ISO 25010 [41],

que incluyen completitud funcional, corrección funcional y pertinencia funcional, mediante la ejecución de casos de prueba para confirmar el cumplimiento de los requisitos del usuario y la correcta funcionalidad del sistema, de acuerdo con las expectativas previas. Al final, se contó con información procesada y tabulada que se utilizó como insumo para la quinta etapa.

Etapla 5. Evaluar y contrastar los resultados obtenidos por los grupos: En esta etapa final, se evaluaron y compararon los resultados del grupo experimental y el de control mediante técnicas estadísticas que analizan la relación entre las variables y verifican el cumplimiento de las hipótesis planteadas. Utilizamos el test de normalidad de Shapiro-Wilk para verificar la distribución de los datos y las pruebas U de Mann-Whitney y T Student para comparar las diferencias entre los grupos y determinar su significancia, en la medida en que estas herramientas garantizan un análisis riguroso de los datos y proporcionan conclusiones sólidas en la investigación científica.

La elección de esta metodología se respalda en su idoneidad para abordar de manera efectiva los objetivos de investigación y generar resultados de relevancia en un campo poco explorado, a saber, el de la relación entre la meticulosidad y los atributos de calidad de *software* relacionados con la mantenibilidad y la adecuación funcional. Para acceder a información detallada sobre el diseño experimental utilizado en este estudio, se sugiere consultar el enlace <http://www.galeras.net/ors/anexo1.pdf>.

Objetivo

El enfoque GQM (Goal Question Metric), propuesto por Basili y Rombach [42], se utilizó para definir correctamente el objetivo de analizar los tipos de formación de grupos, con el propósito de evaluar sus efectos con respecto a la mantenibilidad de sistemas oo y a la adecuación funcional del producto *software*, desde la perspectiva del investigador en el contexto académico.

Con base en ello, se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Los grupos homogéneos en términos de la dimensión de meticulosidad tienen un impacto positivo en la mantenibilidad de sistemas oo y en la adecuación funcional del

producto *software*, en comparación con los grupos formados según las preferencias de los estudiantes?

Selección de variables

La variable independiente se define por el tipo de formación de los grupos, constituyendo una variable nominal con dos niveles: grupos homogéneos bajo la dimensión de la meticulosidad (GHBDM, grupo experimental) y grupos formados por preferencia de los estudiantes (GFPE, grupo de control).

En cuanto a las variables dependientes, se evaluaron nueve en total, de las cuales seis se corresponden con las métricas CK: WMC (Weighted Methods per Class), DIT (Depth of Inheritance Tree), NOC (Number of Children), CBO (Coupling Between Objects), RFC (Response for a Class) y LCOM (Lack of Cohesion in Methods). La tabla 2 muestra los umbrales recomendados y deseados para cada variable en términos de mantenibilidad del *software*, los cuales fueron propuestos por Rai *et al.* [43], a partir de las recomendaciones de la NASA [39].

Tabla 2. Umbrales recomendados y deseados para las métricas CK

Métrica	Umbral
WMC	5 a 10 (influencia en la mantenibilidad es de 85 % a 67 %)
DIT	1 a 3 (99 % a 74 %)
NOC	2 a 4 (70 % a 10 %)
CBO	1 a 3 (92 % a 86 %)
RFC	5 a 10 (96 % a 84 %)
LCOM	0.05 a 0.18 (94 % a 75 %)

Fuente: Kurmangali *et al.* [39].

Las tres variables restantes corresponden al constructo de adecuación funcional, y son: completitud funcional (COMF), corrección funcional (CORF) y pertinencia funcional (PERF). Para evaluar estas variables desde la perspectiva del usuario final, se tuvieron en cuenta los requerimientos del *software*, una plantilla de casos de prueba y la ecuación (1), la cual ha sido utilizada en otros estudios [44]–[47]:

$$X = 1 - \frac{A}{B} \quad (1)$$

Para medir la COMF, y teniendo en cuenta la anterior formula, se consideró el total de funciones faltantes (A) y el total de funciones especificadas (B). Por su parte, la CORF se midió a través del total de funciones incorrectas (A) y el total de funciones implementadas (B). En cuanto a la PERF, se consideró el total de funciones adecuadas para lograr los objetivos del usuario (A) y el total de funciones implementadas (B).

Durante el estudio, se controlaron las variables independientes para mantener las condiciones constantes. Se recordó a los participantes la importancia de ser precisos y veraces en sus respuestas,

a pesar de no existir respuestas correctas o incorrectas, dado que ninguno había realizado previamente un test psicológico. También, se confirmó que ninguno de los participantes tenía experiencia previa en la industria o en el desarrollo de *software*, asegurando así que todos fueran programadores novatos. Por último, se bloqueó la variable del producto *software* a desarrollar, fijando un producto común para todos los grupos y un mismo lenguaje de programación, asegurando resultados comparables.

Hipótesis

En la tabla 3 se presentan las hipótesis del presente estudio.

Tabla 3. Hipótesis de estudio

Mantenibilidad	Adecuación funcional
$H_{1,0}$ = GHBDM no obtienen una mejora significativa en las métricas CK en comparación con GFPE.	$H_{2,0}$ = GHBDM no obtienen una mejora significativa en la adecuación funcional en comparación con GFPE.
$H_{1,1}$ = GHBDM obtienen una mejora significativa en las métricas CK en comparación con GFPE.	$H_{2,1}$ = GHBDM obtienen una mejora significativa en la adecuación funcional en comparación con GFPE.

Fuente: elaboración propia.

Selección de participantes

El cuasi-experimento involucró un total de 76 participantes, divididos en dos grupos: el grupo experimental de la sede Ipiales, con 30 estudiantes, compuesto por 6 mujeres (20 %) y 24 hombres (80 %), organizados en 10 grupos de 3 miembros cada uno, y el grupo de control de la sede Pasto, con 46 estudiantes, de los cuales 42 eran hombres (91.30 %) y 4 mujeres (8.70 %). No obstante, debido a la deserción de un estudiante, se organizaron en 9 grupos de 5 integrantes cada uno.

Resultados y discusión

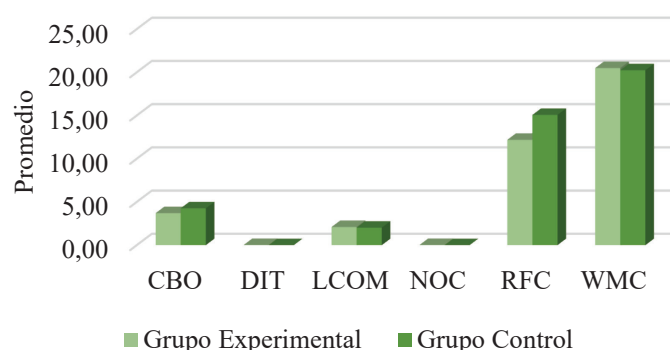
Después de completar el cuasi-experimento, se llevó a cabo una post-prueba en ambos grupos de estudio con el objetivo de medir la eficacia del tratamiento experimental. Esta post-prueba consistió en la evaluación de las variables dependientes y su objetivo fue determinar si existió una mejora en la mantenibilidad con base a las métricas CK

y la adecuación funcional para los grupos homogéneos, bajo la dimensión de meticulosidad, en comparación con los grupos formados según la preferencia de los estudiantes.

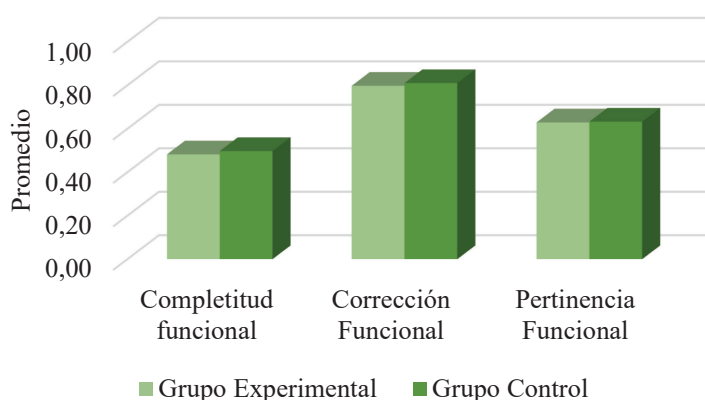
Estadísticas descriptivas

La figura 1 presenta una comparación de las puntuaciones medias de las métricas CK entre los dos grupos considerados, GHBDM (grupo experimental) y GFPE (grupo de control). Los resultados muestran que las puntuaciones promedio obtenidas en la post-prueba por el grupo experimental son aparentemente iguales a las obtenidas por el grupo de control.

Así mismo, la figura 2 muestra la comparación de las puntuaciones medias para las métricas de la adecuación funcional entre ambos grupos. Estos resultados también indican que, en promedio, las puntuaciones obtenidas en la post-prueba por el grupo experimental parecen ser iguales a las obtenidas por el grupo de control.

Figura 1. Contraste grupo experimental vs grupo de control para las métricas ck

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Contraste grupo experimental vs grupo de control para las métricas de la adecuación funcional

Fuente: elaboración propia.

Inferencia estadística

Con el objetivo de brindar una conclusión estadísticamente sólida respecto al tratamiento experimental propuesto, se llevó a cabo un análisis que empleó las pruebas de U de Mann Whitney y T Student para comparar dos muestras independientes. Con ello se buscaba confirmar si existía a nivel estadístico una diferencia en las puntuaciones obtenidas por el grupo experimental en comparación con las obtenidas por el de control, tanto en las métricas ck como en las de adecuación funcional.

Dichas pruebas estadísticas se utilizaron tras haber confirmado la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro y Wilk [48], el cual se seleccionó debido al tamaño de la muestra, que no superó los 50 datos, manteniendo un nivel de confianza del 95 %. Los resultados se presentan en las tablas 4, 5 y 6, las cuales se generaron utilizando la herramienta SPSS™ [49], considerando las siguientes hipótesis:

H_0 : Las medias de las puntuaciones obtenidas por los grupos en la post-prueba son similares.

H_1 : Las medias de las puntuaciones obtenidas por los grupos en la post-prueba son diferentes.

Tabla 4. Análisis estadístico de la prueba U de Mann Whitney para comparar GHBDM vs GFPE con respecto a las variables de mantenibilidad

Variables	Tipo de grupo		Z	U	P
	Experimental (G1) n = 10	Control (G2) n = 5			
	Rango promedio	Rango promedio			
CBO	7.50	9.00	-0.613	20.000	0.540
DIT	8.50	7.00	-1.035	20.000	0.301
NOC	8.50	7.00	-1.035	20.000	0.301
RFC	7.30	9.40	-0.857	18.000	0.391
WMC	8.30	7.40	-0.367	22.000	0.713

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Análisis estadístico de la prueba T Student para comparar GHBDM vs GFPE con respecto a las variables de mantenibilidad

Variable	Tipo de grupo				df	t	p
	Experimental (G1) n = 10		Control (G2) n = 5				
	M	SD	M	SD			
LCOM	2.1012	0.59644	2.0295	0.87275	13	0.189	0.853

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Análisis estadístico de la prueba T Student para comparar GHBDM vs GFPE con respecto a las variables de adecuación funcional

Variables	Tipo de grupo				df	t	p
	Experimental (G1) n = 10		Control (G2) n = 8				
	M	SD	M	SD			
COMF	0.4824	0.12374	0.4975	0.19746	16	-0.200	0.844
CORF	0.7979	0.16833	0.8103	0.06881	16	-0.195	0.847
PERF	0.6294	0.14654	0.6328	0.13842	16	-0.051	0.960

Fuente: elaboración propia.

Con base en estos resultados al comparar los dos grupos, se observa que las variables obtuvieron un valor de "p" mayor que 0.05; por lo tanto, no hay evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) ni para aceptar la hipótesis alternativa (H_1). Es decir, no hay evidencia suficiente con un nivel de significación del 5 % de que las medias de las puntuaciones obtenidas por los estudiantes con

formación homogénea y las obtenidas por aquellos con formación por su preferencia sean estadísticamente diferentes.

Discusión

Es importante destacar que, en el grupo de control, únicamente ocho de los nueve grupos entregaron sus trabajos, y la adecuación funcional del

producto *software* fue evaluada sobre estos, de los cuales solo cinco desarrollaron el *software* en Java, mientras que los demás utilizaron otros lenguajes de programación. Esta situación limitó la evaluación de las variables dependientes relacionadas con la mantenibilidad únicamente a los cinco grupos que utilizaron Java. Si bien es cierto que las métricas CK son independientes del lenguaje de programación, es relevante considerar que la complejidad y la estructura del código pueden variar entre los diferentes lenguajes utilizados, lo que podría afectar la interpretación y comparación de dichas métricas en los distintos proyectos.

Considerando lo anterior, y a partir de los resultados presentados, se puede concluir que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental G_1 y el grupo de control G_2 en relación con las variables dependientes asociadas a la mantenibilidad y la adecuación funcional. En otras palabras, la formación de grupos homogéneos basados en la dimensión de la meticulosidad no arrojó los resultados esperados en comparación con los grupos formados por preferencia estudiantil. Como consecuencia, se aceptan las hipótesis nulas planteadas en este estudio.

Por otro lado, resulta importante comprender las puntuaciones medias de las variables relacionadas con la mantenibilidad en ambos grupos, en comparación con los umbrales de referencia de la tabla 2. En el grupo experimental, se destaca que las métricas CBO y RFC obtuvieron puntuaciones ligeramente superiores al umbral deseado, pero un poco por debajo del promedio del grupo, lo que sugiere que la meticulosidad en la formación de grupos podría influir en la complejidad de diseño, la modularidad y la propensión a fallos en las clases. Estos resultados sugieren la necesidad de refinar el experimento para explorar más a fondo estas variables en busca de significancia. En cuanto a las variables relacionadas con la adecuación funcional, los valores promedio de ambos grupos fueron relativamente bajos, indicando que no se logró un alto cumplimiento de los requisitos funcionales del *software*. Sin embargo, el grupo de control obtuvo puntuaciones ligeramente superiores en las métricas CORF y COMF, lo que sugiere que los grupos formados por preferencia estudiantil

podrían tener una mayor habilidad para comprender y cumplir con los requisitos funcionales, a pesar de no alcanzar resultados satisfactorios en estas variables.

Es probable que una muestra más amplia hubiera permitido obtener resultados más concluyentes, lo que podría explicar la falta de relaciones estadísticamente significativas entre las variables dependientes evaluadas. Es comprensible que los resultados obtenidos no pueden considerarse concluyentes ni fácilmente generalizables a la población completa de ingenieros de *software* en la industria. La elección de estudiantes como sujetos de estudio, aunque permitió un enfoque controlado y accesible para la investigación, presenta limitaciones inherentes en términos de representatividad y experiencia práctica en el campo de la IS. De hecho, a la luz de esto se subraya la necesidad de cautela al interpretar los resultados y considerarlos en un contexto más específico. Por ello, este estudio no pretende ser un reflejo completo de la diversidad de experiencias y competencias presentes en el mundo real de la IS, y es fundamental que el lector sea consciente de las limitaciones al considerar las implicaciones de los resultados.

Aunque son escasos los estudios que aborden los efectos de la personalidad en los atributos de calidad del *software* [19], resulta valioso contextualizar los hallazgos de este estudio a través de comparaciones con investigaciones previas. Por ejemplo, Romano *et al.* [14] encontraron una relación positiva entre la meticulosidad, la extroversión, el neuroticismo y la calidad del *software*, especialmente en términos de las métricas de McCabe y Halstead. Sin embargo, en el presente estudio no se observó una correlación positiva entre la meticulosidad y las métricas CK y de adecuación funcional. Estas discrepancias pueden explicarse por diferencias metodológicas, ya que el presente estudio se enfocó en desarrollo de *software* en equipos de trabajo y evaluó solo una dimensión, en contraste con el estudio previo, que se enfocó en evaluaciones individuales y consideró todas las dimensiones del modelo Big Five. Además, es importante destacar que las métricas de calidad del *software* pueden variar ampliamente según el enfoque y los objetivos de cada estudio.

Similarmente, Barroso *et al.* [33] estudiaron la relación individual entre la personalidad de los desarrolladores y la calidad del *software*, a través de métricas de *software* OO, encontrando que la meticulosidad no se correlacionó con ninguna métrica, pero sí la dimensión de neuroticismo, la cual mostró una relación positiva: a mayor puntuación en esta dimensión, menor probabilidad de experimentar síntomas de depresión y mayor estabilidad emocional. Estas cualidades pueden mejorar la calidad del *software*, especialmente en métricas como CC, CBO y DIT, aunque el presente estudio coincide en que la meticulosidad no tiene un vínculo positivo con métricas CK. Se respalda así la recomendación de realizar más experimentos, ampliando la muestra y variando el entorno de desarrollo, como la ubicación geográfica, para obtener una comprensión más completa de esta relación.

Por otro lado, Acuña *et al.* [50] encontraron una relación positiva entre la extroversión y la calidad del *software* en proyectos ágiles, donde los grupos de trabajo se formaron al azar. El producto de *software* fue evaluado mediante una fórmula general que incluyó la descomposición y modularización, la capacidad de prueba, la adecuación funcional, la reutilización, el estilo de programación y la participación de los miembros del equipo. De igual forma, se evidenció que la meticulosidad no influye en la calidad del *software*, y aunque ambos estudios abordan aspectos relativos a ello, el presente se distingue por explorar un conjunto más amplio de métricas.

En resumen, los hallazgos resaltan la importancia de continuar explorando esta área, la cual ha sido recientemente objeto de gran interés, especialmente debido a que los rasgos de personalidad han sido identificados como un factor crucial en el campo de la IS [11], [20], [51]. En la medida en que no todos los individuos pueden destacarse en todas las tareas, asignar a cada persona a sus tareas preferidas en el proyecto podría aumentar las posibilidades de éxito en el desarrollo de *software* [52].

Conclusiones

La formación de grupos homogéneos en términos de la dimensión de meticulosidad no parece tener

un impacto significativo en la calidad del *software*, específicamente en lo que respecta a la mantenibilidad y la adecuación funcional, dado que no se observaron ventajas o resultados superiores en comparación con los equipos formados por preferencia de los estudiantes. Estos hallazgos sugieren que la meticulosidad en sí misma no garantiza necesariamente una mejora significativa en la calidad del *software* en el contexto estudiado. Aunque las limitaciones, como el tamaño de la muestra, la experticia de los estudiantes y el tiempo para desarrollar el *software* pudieron haber influido en los resultados, este estudio constituye un valioso punto de partida para la exploración de la relación entre las diferentes dimensiones de la personalidad y los atributos de calidad del *software* en contextos de trabajo en grupo.

El estudio subraya la importancia de continuar explorando las dimensiones de la personalidad que pueden aportar positivamente al desarrollo de *software* de calidad. A pesar de que los resultados actuales no han revelado diferencias significativas, no se puede subestimar la importancia de la meticulosidad en el desarrollo de *software*. En lugar de considerarla de manera aislada, investigaciones futuras podrían centrarse en la formación de grupos mixtos, donde se integren otras dimensiones de personalidad, como la extroversión y el neuroticismo, que han cobrado relevancia en otros estudios [14], [33], [50]. La combinación de estas dimensiones podría dar lugar a equipos altamente potenciales, que contribuyan significativamente a la creación de *software* de calidad. En este sentido, la búsqueda de la combinación óptima de rasgos de personalidad sigue siendo un área emocionante y valiosa para la investigación en la IS.

Finalmente, es importante destacar que los resultados presentados en este estudio no solo aportan conocimiento valioso al campo de la IS, sino que también señalan la complejidad inherente a la relación entre personalidad y calidad del *software* [18], resaltando la necesidad de considerar cuidadosamente los contextos y enfoques metodológicos al explorar esta dinámica. Es esencial destacar que el uso de pruebas de personalidad adecuadas y validadas es fundamental para llevar a cabo un análisis preciso de la influencia de la

personalidad en la calidad del *software*. Además, estos estudios se beneficiarían enormemente al trabajar en conjunto con otras disciplinas como la psicología y la sociología, lo cual facilitaría una evaluación más completa de la personalidad y enriquecería la investigación en el campo de la IS, algo que puede resultar fundamental para descubrir nuevas perspectivas en este tipo de estudios.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento por permitir y apoyar el desarrollo de este trabajo a Grupo Galeras.NET, de la Universidad de Nariño. Este estudio no recibió financiamiento externo.

Referencias

- [1] L. Machuca-Villegas, G. P. Gasca-Hurtado, S. M. Puente, and L. M. R. Tamayo, "Perceptions of the human and social factors that influence the productivity of *software* development teams in Colombia: A statistical analysis", *J. Syst. Softw.*, vol. 192, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111408>
- [2] L. Li, J. Cao, and D. Lo, "Sentiment analysis over collaborative relationships in open source *software* projects", *Proceedings of the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, SEKE*, 2020, vol. PartF16244, pp. 418–423, <https://doi.org/10.18293/SEKE2020-030>
- [3] M. Sánchez-Gordón, *Connecting the dots between human factors and software engineering*, 1a ed., Beijing, China: IGI Global, 2020. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-7552-9.ch012>
- [4] M. John, F. Maurer, and B. Tessem, *Human and social factors of software engineering*, New York: USA, Association for Computing Machinery, 2005. <https://doi.org/10.1145/1062455.1062612>
- [5] D. Varona, L. F. Capretz, Y. Piñero, and A. Raza, "Evolution of *Software Engineers' Personality Profile*", *SIGSOFT Softw. Eng. Notes*, vol. 37, no. 1, pp. 1–5, 2012. <https://doi.org/10.1145/2088883.2088901>
- [6] R. M. Ryckman, *Theories of personality* (8th ed.). Wadsworth/Thomson, 2004.
- [7] M. Caulo, R. Francese, G. Scanniello, and G. Tortora, "Relationships between personality traits and productivity in a multi-platform development context," in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2021, pp. 70–79. <https://doi.org/10.1145/3463274.3463327>
- [8] S. E. Pek and J. H. L. Koh, "Team Formation using Character-based Gamification: Effects on Online Teamwork Experience During COVID-19", *2021 16th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)*, 2021, pp. 247–252. <https://doi.org/10.1109/ICCSE51940.2021.9569643>
- [9] Z. Huang, Z. Shao, G. Fan, J. Gao, Z. Zhou, K. Yang, et al. "Predicting Community Smells' Occurrence on Individual Developers by Sentiments", *IEEE/ACM 29th International Conference on Program Comprehension (ICPC)*, Madrid, España, 2021, pp. 230–241. <https://doi.org/10.1109/ICPC52881.2021.00030>
- [10] J. Agarwal, E. Piatt, and P. K. Imbrie, "Team formation in engineering classrooms using multi-criteria optimization with genetic algorithms", *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Uppsala, Sweden, 2022, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962741>
- [11] E. Weilemann, "A Winning Team - What Personality Has To Do With *Software Engineering*", *IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings (ICSE-Companion)*, Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 252–253. <https://doi.org/10.1109/ICSE-Companion.2019.00100>
- [12] N. Qamar and A. A. Malik, "Birds of a Feather Gel Together: Impact of Team Homogeneity on *Software Quality and Team Productivity*", *IEEE Access*, vol. 7, pp. 96827–96840, 2019. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929152>
- [13] M. Iqbal, F. Ammar, A. Aldaihani, T. Khan, and A. Shah, "Predicting Most Effective *Software Development Teams* by Mapping MBTI Personality Traits with *Software Lifecycle Activities*", *IEEE 6th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2019, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICETAS48360.2019.9117370>
- [14] S. Romano, G. Scanniello, and P. Dionisio, "On the Role of Personality Traits in Implementation Tasks: A Preliminary Investigation with Students", *2022 48th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, Gran Canaria, Spain, 2022, pp. 189–196. <https://doi.org/10.1109/SEAA56994.2022.00037>
- [15] M. Chugh, A. Pandey, and S. Vyas, "A Comprehensive Study on the Association Between Personality Traits and *Software Development*", New York, USA, Association for Computing Machinery 2022, <https://doi.org/10.1145/3590837.3590900>
- [16] R. Gilal, M. Omar, and M. M. Rejab, "Investigating The Relationship Of Personality Types And Time Pressure

- Among *Software Developers Based On A Rule-Based Approach*”, *ARN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 17, no. 19, pp. 1811–1819, 2022, [Online]. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85164829613&partnerID=40&md5=d763413a424b50c597a345fcbfb06a30>
- [17] D. Hidellaarachchi, J. Grundy, R. Hoda, and K. Madampe, “The Effects of Human Aspects on the Requirements Engineering Process: A Systematic Literature Review”, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 48, no. 6, pp. 2105–2127, 2022. <https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3051898>
- [18] S. Cruz, F. Q. B. da Silva, and L. F. Capretz, “Forty years of research on personality in *software engineering*: A mapping study”, *Comput. Human Behav.*, vol. 46, pp. 94–113, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.008>
- [19] E. Weilemann and P. Brune, “The Influence of Personality on *Software Quality* – A Systematic Literature Review”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1159 AISC, Springer, 2020, pp. 766–777. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45688-7_75
- [20] E. Guveyi, M. S. Aktas, and O. Kalipsiz, “Human Factor on *Software Quality*: A Systematic Literature Review”, *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Springer, Cham, 2020, vol. 12252 LNCS, pp. 918–930. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_65
- [21] A. S. Barroso, K. H. de J. Prado, M. S. Soares, and R. P. C. do Nascimento, “How Personality Traits Influences Quality of *Software Developed by Students*”, New York, Association for Computing Machinery, 2019. <https://doi.org/10.1145/3330204.3330237>
- [22] N. M. Seel, Ed., “Big Five Personality: Five-Factor Personality Theory”, *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, Boston, MA, Springer US, 2012, p. 454. <https://doi.org/10.1145/3330204.3330237>
- [23] S. L. Kichuk and W. H. Wiesner, “The big five personality factors and team performance: implications for selecting successful product design teams”, *J. Eng. Technol. Manag.*, vol. 14, no. 3, pp. 195–221, 1997. [https://doi.org/10.1016/S0923-4748\(97\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0923-4748(97)00010-6)
- [24] M. V. Kosti, R. Feldt, and L. Angelis, “Archetypal Personalities of *Software Engineers and Their Work Preferences*: A New Perspective for Empirical Studies”, *Empir. Softw. Engg.*, vol. 21, no. 4, pp. 1509–1532, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10664-015-9395-3>
- [25] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*. McGraw-Hill Education, 2015.
- [26] E. Weilemann and P. Brune, “How to Staff *Software Engineering Team Roles* Using the Concept of Personality? – An Exploratory Study”, *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1367 AISC, pp. 271–284, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72660-7_26
- [27] S. Wagner and M. Ruhe, “A Systematic Review of Productivity Factors in *Software Development*”, *CoRR*, vol. abs/1801.0, 2018, [Online]. <http://arxiv.org/abs/1801.06475>.
- [28] O. R. Sánchez, C. A. Collazos Ordóñez, M. Á. Redondo Duque, and I. Ibert Bittencourt Santana Pinto, “Homogeneous Group Formation in Collaborative Learning Scenarios: An Approach Based on Personality Traits and Genetic Algorithms”, *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 486–499, 2021. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3105008>
- [29] N. Salleh, B. I. Ya’u, and A. Nordin, “Towards understanding the influence of personality and team behaviors on requirements engineering activities”, *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 13, no. 3, pp. 3244–3254, 2023. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i3.pp3244-3254>
- [30] M. A. G. Peeters, H. F. J. M. van Tuijl, C. G. Rutte, and I. M. M. J. Reymen, “Personality and team performance: a meta-analysis”, *Eur. J. Pers.*, vol. 20, no. 5, pp. 377–396, 2006. <https://doi.org/10.1002/per.588>
- [31] V. Pieterse, D. G. Kourie, and I. P. Sonnekus, “*Software Engineering Team Diversity and Performance*”, *Proceedings of the 2006 Annual Research Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists on IT Research in Developing Countries*, 2006, pp. 180–186. <https://doi.org/10.1145/1216262.1216282>
- [32] J. Karn and T. Cowling, “A Follow up Study of the Effect of Personality on the Performance of *Software Engineering Teams*”, *Proceedings of the 2006 ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering*, 2006, pp. 232–241. <https://doi.org/10.1145/1159733.1159769>
- [33] A. Barroso, J. Madureira, T. Souza, B. Cezario, M. Soares, and R. Nascimento, “Relationship between Personality Traits and *Software Quality* - Big Five Model vs. Object-oriented *Software Metrics*”. *Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems*, vol 3: ICEIS, 2017. <https://doi.org/10.5220/0006292800630074>
- [34] M. Aqeel Iqbal, A. R. Aldaihani, and A. Shah, “Big-five personality traits mapped with *software development tasks* to find most productive *software development teams*”, *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no.

- 12, pp. 965–971, 2019. <https://doi.org/10.35940/ijitee.J9755.1081219>
- [35] J. A. Johnson, “Big-Five Model”, *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*, V. Zeigler-Hill and T. K. Shackelford, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 1–16. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28099-8_1212-1
- [36] R. Jangra, O. P. Sangwan, and D. Nandal, “A Novel Approach for Software Effort Estimation using Optimized C&K Metrics”, *Proceedings - 2022 5th International Conference on Computational Intelligence and Communication Technologies, CCICT 2022*, 2022, pp. 505–513. <https://doi.org/10.1109/CCICT56684.2022.00095>
- [37] D. Sonal and G. Kaur, “Comparative Study of the Software Metrics for the complexity and Maintainability of Software Development”, *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 4, 2013. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2013.040925>
- [38] R. Boken and P. K. Bhatia, “An Approach Toward Measurement of Reusability of Component-Based Software (CBS)”, *Lect. Notes Networks Syst.*, vol. 302, pp. 133–145, 2022. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4807-6_14
- [39] A. Kurmangali, M. E. Rana, and W. Rahman, “Impact of Abstract Factory and Decorator Design Patterns on Software Maintainability: Empirical Evaluation using CK Metrics”, *2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA)*, Chiangrai, Thailand, 2022, pp. 517–522. <https://doi.org/10.1109/DASA54658.2022.9765083>
- [40] JetBrains, “IntelliJ IDEA”, *IntelliJ IDEA*. 2020, [Online]. <https://www.jetbrains.com/idea/>
- [41] “Adecuación Funcional”, *ISO/IEC 25010*. <https://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010/20-adequacion-funcional>
- [42] V. R. Basili and H. D. Rombach, “The TAME project: towards improvement-oriented software environments”, *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 14, no. 6, pp. 758–773, 1988. <https://doi.org/10.1109/32.6156>
- [43] V. Rai, A. M. Srivastava, H. Pandey and D. V. K. Singh, “Estimation of Maintainability in Object Oriented Design Phase: State of the art”, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 6, no. 9, pp. 25–35, 2015.
- [44] A. Acharya and D. Sinha, “Assessing the Quality of M-Learning Systems using ISO/IEC 25010”, *Accent Social and Welfare Society*, vol. 6, no. 3, pp. 67–75, 2013.
- [45] B. Y. Hernández Jarvio, P. Velasco-Elizondo, and E. Benitez-Guerrero, “Evaluando Adecuación Funcional y Usabilidad en Herramientas de Composición desde la Perspectiva del Usuario Final”, *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.*, pp. 96–114, 2016. <https://doi.org/10.17013/risti.17.96-114>
- [46] N. Anggraini, M. J. D. Putra, and N. Hakiem, “Development of an Islamic Higher Education Institution Tracer Study Information System and It’s Performance Analysis using ISO/IEC 25010”, *2019 7th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Jakarta, Indonesia, 2019, vol. 7, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965356>
- [47] N. A. Hasanah, L. Atikah, and S. Rochimah, “Functional Suitability Measurement Based on ISO/IEC 25010 for e-Commerce Website”, *2020 7th International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, Semarang, Indonesia, 2020, pp. 70–75. <https://doi.org/10.1109/ICITACEE50144.2020.9239194>
- [48] S. S. Shapiro and M. B. Wilk, “An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples)”, *Biometrika*, vol. 52, no. 3/4, pp. 591–611, 1965. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- [49] IBM Corporation, “IBM SPSS.” 2019, [Online]. <https://www.ibm.com/co-es/products/spss-statistics>
- [50] S. T. Acuña, M. N. Gómez, J. E. Hannay, N. Juristo, and D. Pfahl, “Are team personality and climate related to satisfaction and software quality? Aggregating results from a twice replicated experiment”, *Inf. Softw. Technol.*, vol. 57, no. 1, pp. 141–156, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2014.09.002>
- [51] A. Amin, S. Basri, M. Rehman, L. F. Capretz, R. Akbar, A. R. Gilal, *et al.* “The impact of personality traits and knowledge collection behavior on programmer creativity”, *Inf. Softw. Technol.*, vol. 128, p. 106405, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106405>
- [52] L. Capretz, D. Varona, and A. Raza, “Influence of Personality Types in Software Tasks Choices,” *Comput. Human Behav.*, vol. 52, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.050>