

DESAFÍOS POLÍTICOS Y ECONÓMICOS EN LA CALIDAD DE SOFTWARE CUBANO: UNA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN

Political and economic challenges in Cuban software quality: a proposal for optimization

DOI: <http://doi.org/10.33255/25914669/7266>

ARK CAICYT: <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s25914669/pjtnasmlm>

Wisleidys Campos Wright

<https://orcid.org/0000-0003-0617-467X>

Universidad de las Ciencias Informáticas

wcamposw@uci.cu

La Habana

Cuba

Juan Manuel Álvarez Tur

<https://orcid.org/0000-0002-1518-9526>

Universidad de las Ciencias Informáticas

jmalvarez@uci.cu

La Habana

Cuba

Recibido: 04/10/2025

Aprobado: 19/12/2025

Publicado: 28/04/2026

Resumen

La calidad del software es un factor crítico para la competitividad y la transformación digital, especialmente en entornos con restricciones económicas y tecnológicas como Cuba. Este estudio analiza los desafíos políticos y económicos que impactan la calidad del software en el país. La metodología combinó un enfoque cuantitativo-descriptivo con encuestas, entrevistas a actores clave y la creación de un Grupo de Mejoras para diagnosticar debilidades operativas, tecnológicas y normativas. Los resultados evidenciaron la necesidad de modernizar procesos a partir de la innovación frugal, la formación especializada y protocolos estandarizados. Se diseña un proyecto de Ciencia, Tecnología e Innovación articulado con la agenda digital cubana, integrando tres ejes: ética normativa, capital humano y estandarización de servicios. Los hallazgos subrayan que la adaptación crítica de metodologías ágiles y la sinergia universidad-empresa son clave para elevar la competitividad, mitigar brechas tecnológicas y fortalecer la resiliencia del sector.

Palabras clave: calidad de software - políticas tecnológicas - ciencia-tecnología-sociedad - transformación digital - innovación

Abstract

Software quality is a critical factor for competitiveness and digital transformation, especially in environments with economic and technological constraints like Cuba. This study analyzes the political and economic challenges impacting software quality in the country. The methodology combined a quantitative-descriptive approach with surveys, interviews with key stakeholders, and the creation of an Improvement Group to diagnose operational, technological, and regulatory weaknesses. The results highlighted the need to modernize processes through frugal innovation, specialized training, and standardized protocols. A Science, Technology, and Innovation project is designed, aligned with the Cuban digital agenda, integrating three pillars: normative ethics, human capital, and service standardization. The findings underscore that the critical adaptation of agile methodologies and university-industry synergy are key to enhancing competitiveness, mitigating technological gaps, and strengthening the sector's resilience.

Keywords: software quality - technology policies - science-technology-society - digital transformation - innovation

Introducción

El desarrollo de software en Cuba se encuentra en un proceso de transformación acelerada, impulsado por la creciente demanda de soluciones tecnológicas en sectores estratégicos como la administración pública, la salud, la educación, la industria y los servicios (Fernández, 2019). Las empresas estatales de desarrollo de aplicaciones, pilares de esta transformación, enfrentan el reto de elevar la calidad de sus productos para competir en un mercado global cada vez más exigente, marcado por estándares internacionales y metodologías ágiles (Oro et al., 2019).

Sin embargo, la realidad operativa de estas empresas está condicionada por limitaciones estructurales: acceso restringido a herramientas comerciales de automatización debido al bloqueo económico, infraestructura tecnológica obsoleta en algunos casos, y una formación especializada en gestión de calidad que no siempre se alinea con las necesidades prácticas del ciclo de vida del software. Estas barreras se traducen en productos con altos índices de defectos, retrasos en la entrega y dificultades para escalar soluciones, lo que limita su capacidad para contribuir a la sustitución de importaciones y la exportación de servicios, objetivos clave en la estrategia económica nacional (Duque & Díaz, 2024).

A escala global, la implementación de modelos integrales de calidad —como los definidos por la International Organization for Standardization (ISO)— ha demostrado ser un factor clave para incrementar la satisfacción de clientes y la eficiencia operativa en el sector del software. En Latinoamérica, este enfoque ha sido adoptado estratégicamente por diversos países que, mediante políticas públicas orientadas a la certificación de procesos bajo normas ISO, han logrado posicionar sus sectores de Tecnologías de la Información (TI) en mercados internacionales (Calix & Blanco, 2020).

Según el ISO SURVEY 2023, estas iniciativas han permitido establecer rankings nacionales que miden la densidad de empresas certificadas por cada 100.000 habitantes, reflejando un

compromiso institucional con la excelencia técnica. Este marco regulatorio no solo ha incentivado a las empresas desarrolladoras de software a implementar Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) robustos, sino que también ha impulsado una cultura organizacional basada en tres pilares fundamentales: Alineación de los procesos internos con estándares internacionales, Actualización permanente ante cambios normativos y Establecimiento de objetivos medibles y escalables para optimizar resultados. Las organizaciones que integran estos principios no solo elevan su competitividad, sino que construyen ecosistemas empresariales resilientes, capaces de responder a las exigencias de un mercado globalizado en constante evolución (ISO Survey, 2023).

En el entorno cubano, aunque existen avances significativos —como la norma (NC 1400-1,2,3, 2021) Modelo de Calidad para el Desarrollo de Aplicaciones Informáticas —, su aplicación es irregular y no siempre incorpora enfoques ágiles o métricas de rendimiento estandarizadas. Esto evidencia una brecha entre el marco normativo y su implementación práctica, agravada por la escasa disponibilidad de soluciones tecnológicas adaptadas al contexto local. Los antecedentes nacionales revelan esfuerzos con la iniciativa en relación con el sistema de Gobierno orientado a la ciencia y la innovación. El país se ha propuesto crear e implementar una Política de Transformación Digital y una Agenda Digital, como trabajo colaborativo y mancomunado del Gobierno, del sector empresarial estatal y los nuevos actores económicos, junto a las universidades y la sociedad civil (Ministerio de Comunicaciones, 2024).

La optimización de la calidad de software se centra en incrementar la eficiencia de un proceso existente. Esto implica cambios significativos en su diseño, estructura o incluso su propósito. Su objetivo es alcanzar un nivel de calidad superior, mayor flexibilidad, mayor escalabilidad y reducir los riesgos, lo cual mejora de manera global los procesos. Un software de baja calidad puede generar ineficiencias, pérdidas económicas y afectar negativamente la prestación de servicios (Kamarova, 2024). Para mitigar los riesgos asociados a esta problemática en el entorno de desarrollo cubano es necesario la implementación de políticas de mejora, lograr una escalabilidad de soluciones, formar al capital humano y desarrollar o adaptar herramientas en apoyo a la gestión de la calidad. Los resultados pueden ser utilizados para atraer colaboración internacional y acceso a tecnologías y recursos.

La industria cubana de software juega un papel fundamental en la transformación digital del país. Las empresas que la componen ejecutan más de un centenar de proyectos y servicios especializadas en la gestión empresarial y de gobierno, gobierno electrónico, software para la salud, la educación entre otras. El trabajo se sustenta en la necesidad crítica de modernizar los procesos de desarrollo de software en Cuba, no solo para cumplir con estándares globales, sino para garantizar la sostenibilidad de la industria en un escenario de restricciones económicas y tecnológicas.

El Sistema de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (SPP) forma parte del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del país. El mismo es "un sistema integral, interconectado, continuo, permeable, abierto, dinámico y flexible" que agrupa proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) orientados al "desarrollo económico y social del país, con una adecuada fundamentación científica, tecnológica, económica, social y ambiental". Estos proyectos de CTI constituyen la forma organizativa fundamental del SPP "para la planificación,

ejecución, financiamiento, evaluación y control de actividades y tareas de investigación, desarrollo e innovación [...] que contribuyan a la solución de un problema" (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2023). Entendiendo al proyecto de CTI como una vía natural para responder a la problemática planteada, en esta ponencia se presenta la propuesta de un proyecto de I+D+i como parte del Programa Sectorial de Ciencia Tecnología e Innovación, con la denominación: Transformación digital: software e industria digital y dirigida por el Ministerio de Comunicaciones (MINCOM).

Materiales y métodos

La investigación realizada sigue la ruta cuantitativa con un enfoque descriptivo guiado por los aportes de (Sampieri & Torres, 2018). A partir de las buenas prácticas y experiencias adquiridas por la Dirección de Calidad de Software de la Universidad de las Ciencias Informáticas para la mejora continua de los procesos, unido a los centros de desarrollo como productores de aplicaciones informáticas, se decide crear un Grupo de Mejoras. Se aplicaron 45 encuestas a desarrolladores, jefes de proyectos y especialistas en calidad de 4 empresas estatales cubanas (DESOFT, SOFTEL, CALISOFT y XETID) y a trabajadores del proceso productivo de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Además, se realizaron 12 entrevistas semiestructuradas a directivos y expertos del sector. Los instrumentos se procesaron con análisis estadístico descriptivo y categorización temática. El trabajo del grupo permitió identificar y analizar los problemas para la adaptación de soluciones frente a las limitaciones de las empresas de software cubanas que no permiten un desarrollo eficiente con la calidad requerida. El enfoque metodológico adoptado, asegura una comprensión profunda de la situación actual y proporciona una base sólida para el desarrollo de recomendaciones prácticas y efectivas.

Si bien existe un creciente interés en la adopción de metodologías ágiles y prácticas de ingeniería de software modernas, la realidad es que muchas empresas aún experimentan dificultades para asegurar la calidad de sus productos. Esto se manifiesta en procesos de desarrollo con un ciclo de vida prolongado, atrasos en los hitos establecidos, uso ineficiente de los recursos humanos y tecnológicos, poca adaptación al cambio y alta tasa de fallas funcionales post-lanzamiento que genera un impacto negativo en la reputación y disminución de la satisfacción de los clientes.

La situación anterior afecta negativamente en la economía nacional, al limitar la competitividad de las empresas cubanas en el mercado internacional y afecta la calidad de los servicios que dependen del software en sectores estratégicos en los ámbitos social, económico y políticos tales como: la salud, la educación y la administración pública. En el ámbito de las exportaciones, las dificultades para adquirir licencias de software y servicios esenciales para el desarrollo, las limitaciones financieras, las sanciones comerciales que dificultan la colaboración con las empresas y entidades extranjeras, y el estancamiento tecnológico, son elementos negativos que impactan en el desarrollo nacional.

Cuba apuesta por la transformación digital como parte de su estrategia de desarrollo, con la industria de software como componente esencial en ese esfuerzo. Entre los principales retos está la optimización de la gestión de la calidad en la misma, de allí la necesidad de un análisis

exhaustivo y la implementación de estrategias integrales que mejore la calidad de los productos y servicios. Para eso se requiere una política que aborde las limitaciones externas a través de la cooperación internacional y la diversificación de los mercados, y que simultáneamente refuerce las capacidades internas mediante la inversión en formación de capital humano e infraestructura tecnológica.

Resultados y discusión

Los resultados de las encuestas y entrevistas revelaron que el 78% de las empresas no aplica metodologías ágiles en todos los proyectos, el 65% reporta acceso limitado a herramientas de pruebas para el aseguramiento y control de la calidad, y el 72% identifica la falta de capacitación especializada como una barrera crítica. Estos hallazgos justifican la propuesta de un proyecto de CTI, orientado a la modernización de los procesos de desarrollo de software mediante la adaptación de metodologías ágiles, la estandarización de protocolos de calidad y el fortalecimiento de las capacidades técnicas del capital humano.

En marzo del 2025 el MINCOM lanzó una nueva convocatoria para presentar proyectos al Programa Sectorial de Transformación digital: software e industria digital, que tiene como entidad gestora al Grupo Empresarial de la Informática y las Comunicaciones (GEIC). El objetivo general del programa es "contribuir, desde la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, al desarrollo de aplicaciones y servicios informáticos que tributen [...] al desarrollo de la industria cubana del software acorde con los estándares internacionales" (Ministerio de Comunicaciones, 2025). A partir de los resultados de las entrevistas conducidas por el Grupo de Mejoras, se propone la creación de un proyecto de CTI que contribuya a solucionar las problemáticas descritas.

El proyecto se articula con los lineamientos estratégicos del 8vo Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC, 2021), enfocados en fortalecer la eficiencia económica, la innovación tecnológica y la formación ideológica como pilares del avance socialista. Su enfoque integrador trasciende lo técnico al promover un sistema económico soberano, priorizando la autosuficiencia y la adaptación crítica a desafíos globales, en sintonía con el llamado a eliminar prácticas inerciales mediante transformaciones estructurales. También esta alineado con la Política de Transformación Digital, la Agenda Digital cubana y la Política de Desarrollo de la Inteligencia Artificial en Cuba, y tres de sus ejes estratégicos:

1. Ética y marco normativo: Creación de regulaciones que garanticen la transparencia y legitimidad de los sistemas tecnológicos en el sector público y empresarial.
2. Capital humano: Actualización de programas educativos con enfoque transversal en competencias digitales, ética tecnológica y adaptación crítica a innovaciones.
3. Aplicaciones y servicios: Establecimiento de protocolos para la gestión eficiente de datos y estandarización de procesos que optimicen la calidad técnica.

Esta articulación refuerza la identidad cultural cubana al fomentar soluciones tecnológicas autóctonas que contrarrestan dinámicas homogeneizadoras externas, consolidando un ecosistema económico basado en innovación endógena y optimización de recursos. Paralelamente, potencia la formación de profesionales altamente capacitados, alineados con

principios socialistas y el vínculo "Universidad-Empresa", priorizando la preparación de jóvenes para liderar procesos transformadores en armonía con el legado de Fidel Castro sobre el conocimiento científico-técnico aplicado al desarrollo social.

El objetivo general del proyecto es: Optimizar la gestión de la calidad en el desarrollo de software en Cuba, mediante la adaptación e implementación de metodologías y herramientas internacionales, que permitan mejorar los procesos de aseguramiento y control de calidad (QA/QC) en las empresas estatales, impulsando la competitividad y la transformación digital. Tiene como salida los siguientes resultados:

Diagnóstico Integral: Identificación de las fortalezas, debilidades y oportunidades en la gestión de calidad en las empresas estatales de desarrollo de aplicaciones. El objetivo principal es identificar con precisión las fortalezas, debilidades y oportunidades existentes en sus procesos, prácticas y recursos, proporcionando una base sólida para la posterior optimización. Abarcará los siguientes aspectos, garantizando una comprensión profunda del contexto y los desafíos específicos:

1. **Análisis del Entorno Operativo:** Se realizará una descripción detallada del entorno en el que operan las empresas, considerando sus limitaciones (acceso a tecnología, infraestructura), recursos disponibles (financieros, humanos), cultura organizacional (valores, liderazgo) y regulaciones específicas que impactan el desarrollo de software en Cuba.

2. **Evaluación de Procesos de Desarrollo:** Se examinarán los procesos de desarrollo de software a lo largo de todo el ciclo de vida, desde la planificación y la ingeniería de requisitos, pasando por el diseño, la codificación y las pruebas, hasta la entrega, el mantenimiento y la gestión de la configuración. Se identificarán posibles redundancias, cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora en la ejecución de estos procesos.

3. **Análisis de Herramientas y Tecnologías:** Se llevará a cabo un inventario y análisis de las herramientas actualmente utilizadas para la gestión de proyectos, la gestión de la calidad y el desarrollo de software en general. Se evaluará si estas herramientas son adecuadas para el entorno cubano, si están actualizadas y optimizadas, y si el personal posee las habilidades y conocimientos necesarios para su uso efectivo.

4. **Análisis de Competencias y Gestión del Conocimiento:** Se evaluarán las competencias del personal en áreas críticas como pruebas, diseño, codificación, gestión de proyectos, ingeniería de requisitos y gestión de la calidad. Se identificarán brechas de conocimiento y se analizará la efectividad de los mecanismos de gestión del conocimiento existentes para facilitar el aprendizaje, la colaboración y el intercambio de buenas prácticas.

5. **Evaluación del Cumplimiento Normativo:** Se verificará el grado de cumplimiento de las normas internacionales relevantes o de los estándares cubanos específicos aplicables al desarrollo de software. Esto permitirá identificar áreas en las que las empresas necesitan mejorar para cumplir con los requisitos legales y regulatorios.

Evaluación de Metodologías y Herramientas de Aseguramiento de la Calidad adaptables al Contexto Cubano. Se centra en la evaluación de metodologías y herramientas de aseguramiento de la calidad (QA) que puedan ser adaptadas y aplicadas eficazmente en las empresas estatales

cubanas de desarrollo de aplicaciones. Esto, además, debe estar relacionado con el cumplimiento de lo establecido por la norma cubana (NC 1400-1,2,3, 2021), que actualmente no se caracteriza por ser ágil, la evaluación se enfocará en metodologías y herramientas que puedan complementar y fortalecer la implementación del MCDAI, sin entrar en conflicto con sus principios fundamentales. La evaluación se realizará utilizando una metodología sistemática, que incluirá los siguientes pasos:

1. **Identificación de Metodologías y Herramientas:** Se realizarán investigaciones para identificar las metodologías y herramientas de aseguramiento de la calidad que puedan ser relevantes para la industria cubana del software. Se considerarán soluciones open source como las soluciones comerciales que puedan ser accesibles desde Cuba o mediante alianzas. Se analizarán los requisitos de la norma cubana y se identificarán las áreas en las que las metodologías y herramientas de aseguramiento de la calidad pueden contribuir a su cumplimiento.

2. **Metodologías de evaluación y Herramientas:** Se evaluarán las metodologías y herramientas identificadas utilizando un conjunto de criterios predefinidos, que incluirán:

- Adecuación a los procesos y fases definidos en la norma.
- Flexibilidad y capacidad de adaptación a procesos no ágiles.
- Sostenibilidad y escalabilidad en un entorno con recursos limitados.
- Facilidad de integración con herramientas y sistemas existentes en las empresas estatales.
- Requerimientos de capacitación y soporte técnico en el contexto local.
- Costo-efectividad y la capacidad de automatización.

3. **Implementación Piloto:** Se implementarán las metodologías y herramientas más prometedoras en un proyecto piloto en una o dos empresas estatales de desarrollo de aplicaciones. Se recopilarán datos sobre el rendimiento de las metodologías y herramientas y se analizarán los resultados para determinar su efectividad. Se elaborarán recomendaciones sobre las metodologías y herramientas de aseguramiento de la calidad para las empresas estatales de desarrollo de aplicaciones. Estas incluirán información sobre cómo adaptar e implementar las metodologías y herramientas, cómo capacitar al personal y cómo medir el impacto de su implementación.

Vinculación a los procesos de formación universitarios. El objetivo principal es establecer una sinergia efectiva entre el proyecto de investigación y los procesos de formación universitaria en Cuba, aprovechando los conocimientos generados y las soluciones propuestas para fortalecer la capacitación de los futuros profesionales del software y fomentar la investigación en el campo de la calidad del software. Para lograr una vinculación efectiva con los procesos de formación universitarios, se implementarán los siguientes mecanismos:

1. **Desarrollo de Materiales Didácticos:** Se crearán materiales didácticos (manuales, guías, presentaciones, casos de estudio, ejercicios prácticos) basados en los resultados del Diagnóstico Integral y la Evaluación de Metodologías y Herramientas.

2. Integración de los Resultados en los Planes de Estudio: Se propondrá la integración de los resultados del proyecto en los planes de estudio de las carreras de Ingeniería Informática, Ciencias de la Computación y otras carreras afines. Implica la creación de cursos optativos modificados y relacionados con la gestión de la calidad de software en el contexto cubano.

3. Capacitación a Profesores: Se ofrecerán talleres y seminarios a los profesores universitarios para capacitarlos en el uso de las metodologías y herramientas de gestión de la calidad del software que se han evaluado y adaptado en el proyecto.

4. Establecimiento de un esquema de certificación de roles tanto para estudiantes como para especialistas y profesores: Se ofrecerán en alianza con el Board Cubano de Pruebas de Software CuTB.

Conclusiones

El estudio evidenció que la propuesta de proyecto de CTI articula estratégicamente los desafíos políticos, económicos y tecnológicos de la calidad del software cubano, cumpliendo con los objetivos de diagnosticar limitaciones estructurales, evaluar metodologías adaptables y diseñar soluciones alineadas con la política nacional.

Su implementación actuaría como catalizador para la transformación digital, optimizando procesos en empresas estatales, lo que fortalecería la competitividad internacional del sector y la modernización de servicios clave como salud, educación y administración pública. Promueve la autonomía tecnológica al reducir la dependencia de soluciones importadas y fomentar innovaciones adaptadas al contexto cubano. Esto no solo mitiga el impacto del bloqueo económico, sino que construye un ecosistema resiliente, donde la calidad del software se vincula a la soberanía digital y al desarrollo socioeconómico.

La sinergia universidad-empresa emerge como un pilar clave, al integrar resultados del proyecto en planes de estudio y certificar competencias profesionales, asegurando una fuerza laboral capacitada en estándares internacionales. Esta articulación refleja cómo la tecnología no opera en aislamiento, sino como un entramado de decisiones políticas, capacidades técnicas y prioridades sociales.

Referencias

- Calix, A., & Blanco, M. (2020). *Los desafíos de la transformación productiva en América Latina. Perfiles nacionales y tendencias regionales*. Proyecto Regional Transformación Social-Ecológica.
- Duque, P., & Díaz, S. (2024). Adopción tecnológica en el sector empresarial: Origen, evolución y tendencias de investigación. *Revista Universidad y Empresa*, 26(46), Article 46.
<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.13129>
- Fernández, Y. A. (2019). *OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE CUBA EN LA ECONOMÍA DIGITAL*. 43, 01-17.
- ISO Survey. (2023). ISO Survey 2023 «Encuesta ISO sobre certificaciones de normas de sistemas de gestión a nivel mundial». <https://isbl.eu/2024/10/iso-survey-2023/>
- Kamarova, S. M. R. (2024). (PDF) Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad. Artículo de Revisión.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (2023). *MANUAL PARA LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE PROGRAMAS Y PROYECTOS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN*.

Ministerio de Comunicaciones. (2024). Política para la Transformación digital, Agenda digital cubana y Estrategia de Inteligencia Artificial. http://media.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2024/06/Politica_de_Transformacion_Digital_de_Cuba_Agenda_Digital_y_Estrategia.pdf

Ministerio de Comunicaciones. (2025). Ficha del Programa Sectorial de Ciencia Tecnología e Innovación. https://www.mincom.gob.cu/sites/default/files/ficha_del_pscti_de_transformacion_digital_mincom_geic_2026-2030_v2.0_1.pdf

NC 1400-1,2,3. (2021). *INDUSTRIA DEL SOFTWARE – MODELO DE LA CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMÁTICAS (MCDAI)*.

Oro, L., Alvarado, Y., & Ramírez Pérez, J. (2019). Proceso de diseño del software para un modelo de la calidad en Cuba. *I+D Tecnológico*, 15, 87-98. <https://doi.org/10.33412/idt.v15.1.2103>

PCC. (2021). *ACTUALIZACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS DE LA POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PARTIDO Y LA REVOLUCIÓN PARA EL PERÍODO 2021-2026*. <https://www.pcc.cu/sites/default/files/documentos/2024-02/actulizacion-lineamientos.pdf>

Sampieri, R. H., & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-Hill Educación.