

# Influencia de la mejora de procesos en el desempeño de un sistema de ciencia e innovación en salud\*

INFLUENCE OF PROCESS IMPROVEMENT ON THE PERFORMANCE OF A HEALTH SCIENCE AND INNOVATION SYSTEM

**ABSTRACT:** A universally shared criterion indicates that organizations perform better when they have a focus on their processes. This precept is part of the challenges of the Cuban health science and innovation system, which is committed to value-added products and services, the search for efficiency, and the continuous improvement of service quality. Considering this, the present article seeks to demonstrate the influence of process improvement on the performance of science and innovation in the health system of one of the Cuban provinces. A quasi-experimental study was developed from an initial diagnosis of the state of science and innovation in the period 2013-2016, the use of tools for the management and improvement of processes between 2017 and 2020, and the comparison of performance results between these two periods. The main findings reveal that the improvements deployed produced a favorable effect on the behavior of relevant indicators and user perceptions. With this, authors prove the benefits of process management for organizational improvement and the potentialities of producing organizational innovation results in the management of science and technological innovation in medical universities.

**KEYWORDS:** Performance, science and innovation management, process improvement, public health, university.

INFLUÊNCIA DA MELHORA DE PROCESSOS NO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE CIÊNCIA E INOVAÇÃO EM SAÚDE

**RESUMO:** é um critério compartilhado que as organizações se despenham melhor quando se focam em seus processos. Esse preceito faz parte dos desafios do sistema de ciência e inovação em saúde em Cuba, que aposta por produtos e serviços de valor agregado, pela busca da eficiência e pela melhora da qualidade dos serviços. Este artigo propõe-se demonstrar a influência da melhora de processos no desempenho da ciência e da inovação no sistema de saúde de uma província cubana. Foi desenvolvida uma pesquisa quase experimental a partir de um diagnóstico inicial do estado da ciência e da inovação no período 2013-2016; a aplicação de ferramentas para a gestão e melhora de processos entre 2017 e 2020, e a comparação do desempenho entre os dois períodos. Os principais resultados revelam que as melhorias desenvolvidas produziram um efeito favorável no comportamento dos índices relevantes e das percepções dos usuários. São demonstradas as contribuições da gestão de processos para a melhora organizacional e a potencialidade de produzir uma inovação organizacional na gestão da ciência e da inovação tecnológica para universidades médicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** desempenho, gestão da ciência e da inovação, melhoramento de processos, saúde pública, universidade.

L'INFLUENCE DE L'AMÉLIORATION DES PROCESSUS SUR LA PERFORMANCE D'UN SYSTÈME DE SCIENCE ET D'INNOVATION DANS LE DOMAINE DES SOINS DE SANTÉ

**RÉSUMÉ :** C'est un critère universellement partagé que les organisations sont plus performantes lorsqu'elles se concentrent sur leurs processus. Ce précepte fait partie des défis du système cubain de science et d'innovation dans le domaine de la santé, qui s'engage à fournir des produits et des services à valeur ajoutée, à rechercher l'efficacité et à améliorer la qualité des services. Cet article vise à démontrer l'influence de l'amélioration des processus sur la performance de la science et de l'innovation dans le système de santé d'une province cubaine. On a développé une recherche quasi-experimentale basée sur un diagnostic initial de l'état de la science et de l'innovation dans la période 2013-2016; l'application d'outils de gestion et d'amélioration des processus entre 2017 et 2020; et la comparaison de la performance entre les deux périodes. Les principaux résultats révèlent que les améliorations développées ont produit un effet favorable sur la performance des indicateurs pertinents et sur les perceptions des utilisateurs. On y démontre les contributions de la gestion des processus à l'amélioration organisationnelle et le potentiel de produire de l'innovation organisationnelle dans la gestion de la science et de l'innovation technologique pour les universités médicales.

**MOTS-CLÉ :** performance, gestion de la science et de l'innovation, amélioration des processus, santé publique, université.

**CITACIÓN SUGERIDA:** Hernández-Nariño, A., Ramos-Castro, G., Garay-Crespo, M.A., Nogueira-Rivera, D., & Medina-León, A. (2023). Influencia de la mejora de procesos en el desempeño de un sistema de ciencia e innovación en salud. *Innovar*, 33(89), 117-132. <https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107044>

CLASIFICACIÓN JEL: I23; M10; O32

RECIBIDO: 10/12/2021 APROBADO: 22/06/2022

PREPRINT: 01/02/2023

Esta obra se publica bajo una licencia Creative Commons Atribución-No-Comercial-Sin-Derivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)



*Arialys Hernández Nariño*

Ph. D. en Gestión de Procesos

Directora, Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

Matanzas, Cuba

Grupo Producción y Servicio (Proserv)

Rol de la autora: intelectual, experimental y comunicativo

[arialishn.mtz@infomed.sld.cu](mailto:arialishn.mtz@infomed.sld.cu)

<http://orcid.org/0000-0002-0180-4866>

*Guillermo Ramos Castro*

Ph. D. en Gestión de la Calidad

Investigador, Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

Matanzas, Cuba

Rol del autor: experimental y comunicativo

[gramos.mtz@infomed.sld.cu](mailto:gramos.mtz@infomed.sld.cu)

<http://orcid.org/0000-0002-9337-6650>

*María Isabel Garay Crespo*

M. Sc. en Urgencias en Estomatología

Investigadora, Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas

Matanzas, Cuba

Rol del autor: experimental y comunicativo

[mtz0116@infomed.sld.cu](mailto:mtz0116@infomed.sld.cu)

<http://orcid.org/0000-0001-9406-1637>

*Dianelys Nogueira Rivera*

Ph. D. en Control de Gestión

Profesora, Universidad de Matanzas

Matanzas, Cuba

Rol de la autora: intelectual y comunicativo

[dianelys.nogueira@umcc.cu](mailto:dianelys.nogueira@umcc.cu)

<http://orcid.org/0000-0002-0198-852X>

*Alberto Medina León*

Ph. D. en Gestión de Procesos

Profesor, Universidad de Matanzas

Matanzas, Cuba

Rol del autor: intelectual y comunicativo

[alberto.medina@umcc.cu](mailto:alberto.medina@umcc.cu)

<http://orcid.org/0000-0002-6019-4551>

\* Este artículo refiere análisis contemplados en la tesis *Enfoque BPM y mejora de procesos de ciencia e innovación tecnológica*. Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, y tiene antecedentes en la ponencia "Metodología para la gestión de la ciencia, la innovación y la calidad en salud: valoración de sus impactos en Matanzas", presentada en el XIII Taller Internacional Universidad, Ciencia y Tecnología, en 2022, La Habana.

**RESUMEN:** Resulta un criterio universalmente compartido que las organizaciones se desempeñan mejor cuando se enfocan en sus procesos. Este precepto es parte de los desafíos del sistema de ciencia e innovación en salud en Cuba, que apuesta por productos y servicios de valor agregado, la búsqueda de la eficiencia y la mejora de la calidad de los servicios. Este artículo se propone demostrar la influencia de la mejora de procesos en el desempeño de la ciencia y la innovación en el sistema de salud de una provincia cubana. Se desarrolló una investigación cuasiexperimental a partir de un diagnóstico inicial del estado de la ciencia e innovación en el periodo 2013-2016; la aplicación de herramientas para la gestión y mejora de procesos entre 2017 y 2020; y la comparación del desempeño entre los dos periodos. Los principales resultados revelan que las mejoras desarrolladas produjeron un efecto favorable en el comportamiento de los indicadores relevantes y de las percepciones de los usuarios. Se demuestran los aportes de la gestión de procesos a la mejora organizacional y la potencialidad de producir una innovación organizativa en la gestión de la ciencia y la innovación tecnológica para universidades médicas.

**PALABRAS CLAVE:** desempeño, gestión de la ciencia y la innovación, mejoramiento de procesos, salud pública, universidad.

## Introducción

En la universidad cubana, la ciencia y la innovación tecnológica lideran los vínculos con los diferentes sectores de la economía, así como introducen y generalizan en la práctica los resultados científicos que garanticen impactos sostenibles para la sociedad (Columbié-Pileta et al., 2018). Vilalta (2013) plantea que este sistema, más allá de llevar a cabo las dos funciones clásicas de formación e investigación científica, promueve de forma creciente una tercera misión: producir conocimiento aplicable, fomentar la innovación, formar profesionales cualificados a lo largo de la vida, valorizar la investigación y promover proyectos emprendedores.

La universidad médica cubana posee la peculiaridad de estar presente en todas las unidades de salud donde laboran los profesionales y técnicos del sector, que en ellas se desarrollen actividades docentes de pregrado y posgrado y, como consecuencia, las investigaciones (García-Herrera, 2017).

El Sistema de Ciencia e Innovación (sci) para la salud es único e integral, al concebir como principios la interdependencia entre la docencia, los servicios, la investigación y la incorporación de los avances científicos a la práctica social (Rojas-Ochoa, 2009). Su alineación con prioridades derivadas del cuadro básico de salud apela a la generación de resultados de impacto en la solución de estas problemáticas (Rojo-Pérez et al., 2018).

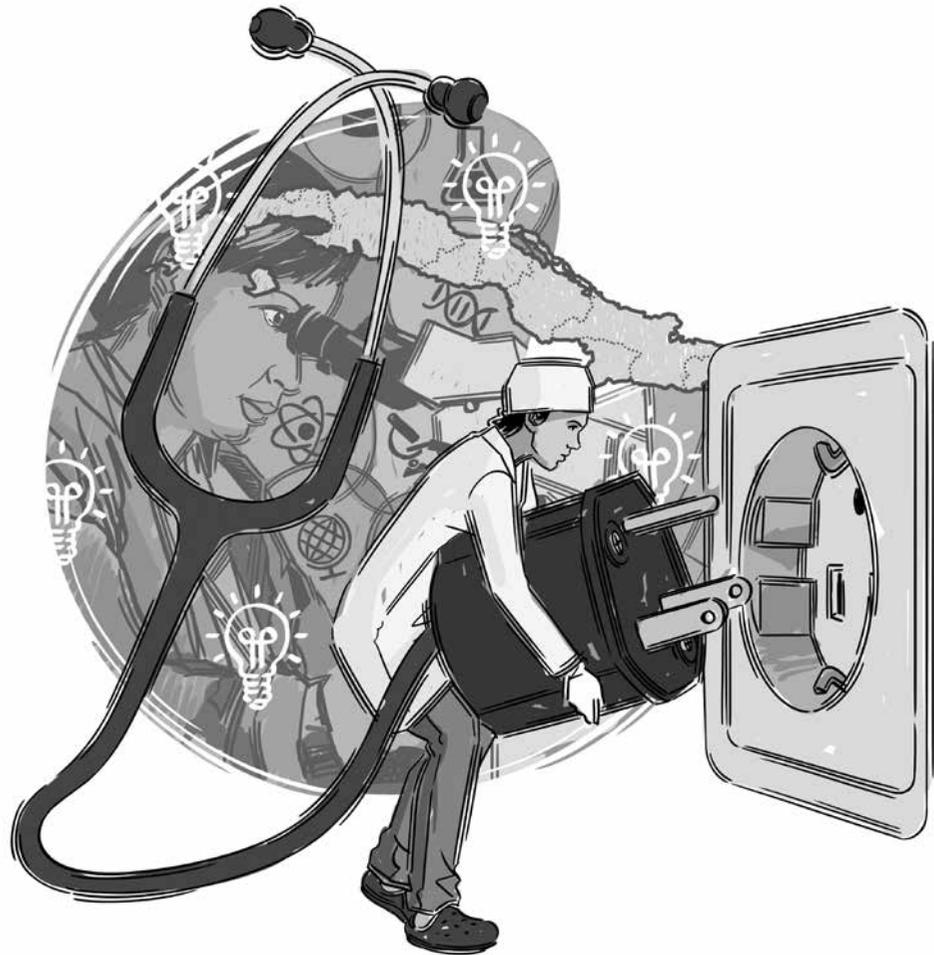
La innovación, como proceso, debe ser gestionada para planificar, organizar y dirigir los recursos disponibles (humanos, materiales y económicos), con el objetivo de aumentar la creación y asimilación de nuevos conocimientos, generar ideas y capacidades, además de vincularla a otros aspectos significativos como el liderazgo, el aprendizaje, la cultura organizacional, la estructura, la medición o el

seguimiento de los resultados, la vigilancia o inteligencia competitiva, el establecimiento de redes de cooperación y la definición de una estrategia de innovación (Jiménez Valero, 2011; Núñez-Jover & Figueroa-Alfonso, 2014).

La gestión por procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora de la gestión más efectivas para todo tipo de organizaciones. Según los criterios de Barrios-Hernández et al. (2019); Davenport (2015), Enríquez-Hernández (2018), Nogueira-Rivera et al. (2004) y Rodríguez y Junior (2017), esta se caracteriza como la gestión de la organización basándose en los procesos, a partir de un conjunto de actividades estructuradas para obtener un resultado específico, que permite su identificación, análisis, definición, monitoreo, evaluación y mejora en la búsqueda de generar un valor añadido, responder a los requerimientos del cliente y mejorar su satisfacción.

En consecuencia, este trabajo pretende demostrar la influencia de la mejora de procesos en el desempeño de un sistema de ciencia e innovación en salud, gestionado desde una universidad de ciencias médicas. Para ello, se propone un estudio de tres etapas: i) diagnóstico, ii) aplicación de las herramientas para la gestión y mejora de procesos, y iii) comparación de los resultados entre un periodo inicial y uno experimental.

La investigación contribuye al campo de la gestión por procesos, con enfoque en la gestión de procesos de negocio (BPM, por sus siglas en inglés) y su impacto en la mejora del desempeño organizacional. Sus aportes se derivan de la capacidad de propiciar a la organización alineamiento estratégico, eficiencia y calidad, así como diseño de actividades ágiles soportadas en la tecnología y centradas en el aporte de valor. Las soluciones que se brindan permiten integrar el desarrollo de innovaciones organizativas, el aprendizaje y



el conocimiento, como inductores de cambio, con capacidad de ser aplicadas tanto a sistemas simples como complejos.

El estudio se realiza en la Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Cuba, organización que interactúa con diversas entidades en las que se desarrolla la atención médica y la docencia, donde se apuesta por potenciar los resultados de la investigación científica para inducir transformaciones en los servicios de salud. Esta investigación se planteó como objetivo demostrar la influencia de la mejora de procesos en el desempeño de un sistema de ciencia e innovación en salud por medio de un estudio cuasiexperimental, apoyado en el análisis estadístico de los resultados.

Se parte de un diagnóstico del estado del sistema en el periodo 2013-2016; posteriormente, se determina la aplicación de herramientas entre 2017 y 2020; y, por último, se lleva a cabo la comparación del desempeño entre los dos periodos. Los principales resultados revelan que las mejoras desarrolladas produjeron un efecto favorable en el comportamiento de los indicadores relevantes y de las percepciones de los usuarios.

## Marco teórico

### Gestión y mejora de procesos e innovación

Los procesos han existido siempre, forman parte de toda organización y constituyen lo que se hace y cómo se hace. Su funcionamiento está matizado por sus principales características: cruzan los límites funcionales repetidamente, fuerzan a la cooperación y obligan a una cultura de empresa más abierta y orientada a resultados. Los procesos son la parte del sistema empresarial capaz de abordar con éxito las exigencias del mundo de hoy; por lo tanto, la problemática se centra en que sean cada vez más eficientes y eficaces, a la vez que respondan a las estrategias trazadas y a los conceptos esbozados en la misión y la visión (Medina-León et al., 2017).

La gestión por procesos, según la revisión de más de veinte autores, es considerada una forma de gestión, que busca alinear los procesos con la estrategia, la misión y los objetivos, e incrementar la satisfacción del cliente, la aportación de valor y la capacidad de respuesta. Además, supone reordenar los flujos de trabajo para así reaccionar con más

flexibilidad y rapidez a los cambios, y se basa en la búsqueda del porqué y para quién se hace el trabajo (Medina-León et al., 2019).

Asimismo, Serrano-Gómez y Ortiz-Pimiento (2012) refieren que alinear las operaciones con las prioridades estratégicas, a través de la gestión de los procesos, es un elemento clave en la búsqueda de la competitividad a largo plazo, que permite que las organizaciones se centren en la mejora de sus procesos y cuenten con una estrategia integral y enfocada a la innovación continua.

Para Medina-León et al. (2017), el análisis y la simplificación de los procesos, más que una moda, se convierte en una cuestión de supervivencia. La literatura presenta diversas perspectivas, variantes, esquemas y herramientas para propiciar el cambio en los procesos de una organización. En la revisión realizada por Serrano-Gómez y Ortiz-Pimiento (2012), independientemente del enfoque y de la metodología abordada, los autores centran sus aportes en el análisis sistemático de las actividades y los flujos de los procesos con el fin de lograr mejoras (Suárez-Barraza, 2007) que redunden en beneficios de simplificación, eliminación y reducción.

Tanto en el sector público como en el sector privado, las empresas que han optado por la gestión por procesos o la mejora continua se enfocan en metodologías que les permitan visualizar, de una mejor manera, el comportamiento de sus procesos frente al de las demás organizaciones a nivel mundial (Pérez de Armas & Pérez-Chaviano, 2020).

En un estudio realizado para América Latina y el Caribe, para el periodo 2016-2020, se identifican las temáticas *gestión de procesos de negocios*, mejora, metodología, modelado y simulación entre las más asociadas (Medina Nogueira et al., 2020). Se aprecia, así, una evolución hacia el concepto BPM, enfoque actualmente considerado entre los más relevantes, al integrar capacidades organizacionales como el alineamiento estratégico, la gobernanza, los métodos de trabajo, la tecnología, las personas y la cultura, para diseñar, implementar, mejorar continuamente e innovar de forma disruptiva los procesos (vom Brocke & Mendling, 2018; vom Brocke et al., 2021).

Acerca del BPM, se considera una disciplina de gestión holística y basada en principios referidos a la ciencia y la práctica de la mejora y la innovación de procesos de negocio (Dumas et al., 2018; Schmiedel & vom Brocke, 2015). Por otra parte, Reijers (2021) destaca como componentes principales en su evolución que los procesos pueden abarcar varios departamentos, especialidades, áreas geográficas, niveles de gestión o cualquier otra división organizacional; es esencial, por tanto, comprender los pasos que abarcan

y las personas encargadas de su ejecución, lo que es coincidente con los criterios de Amozarrain (1999). Además, a su accionar se suma perfeccionar la información utilizada y las tecnologías, y busca lograr el alineamiento de todos estos elementos.

Consecuentemente, el BPM, en plena correspondencia con la gestión por procesos, ha incidido en la manera de ver una organización, pues se centra en el negocio; pone al cliente en primer lugar; contribuye a que la organización responda ágilmente a los cambios y a los retos que se pueden presentar; favorece el control; perfecciona el uso de la tecnología; promueve la eficiencia en el trabajo de los empleados (Garimella et al., 2008), y potencia la reducción significativa de los tiempos de formación en el caso de sustituciones de personal (Suárez-Rey, 2010, citado por Pérez de Armas & Pérez-Chaviano, 2020).

En Cuba, varias universidades se han enfocado en la gestión y mejora de procesos e introducido herramientas y métodos variados. Se destacan los trabajos enfocados en la calidad (González-Cruz, 2014), el BPM (Gómez-Paz et al., 2014; Pérez de Armas & Pérez-Chaviano, 2020) y dedicados a la gestión por procesos (Ortiz-Pérez, 2014). Otro punto interesante, resulta la diversidad de las áreas organizativas en que se han enfocado: departamento de calidad, comunicación e investigaciones.

En el sector de la salud, en los últimos tiempos, igualmente se ha desplegado la introducción de la gestión por procesos, ya sea enfocada en la mejora (Hernández-Nariño et al., 2016) o vinculada a la gestión de las operaciones (Marqués-León et al., 2017), con un acercamiento reciente a la introducción de sus preceptos en el sistema de la ciencia e innovación (Hernández-Nariño et al., 2017).

Sin embargo, su aplicación, con diversas manifestaciones y herramientas, es reconocida al sector de la salud en diversos trabajos, entre los que se encuentran postulados como el que cada vez es más común en la integración de enfoques *Lean* y prácticas de BPM (López et al., 2016); que se aprecian sus beneficios en el rediseño y mejora de procesos clínicos, basados en la simplificación de los flujos de trabajo, en la eliminación de tareas que no aportan valor, la estandarización de procesos con gran variabilidad (De Ramón-Fernández et al., 2019); o que aplican la eliminación de desperdicios, combinan métodos de Six Sigma (Gomes et al., 2018) e introducen la filosofía Kaizen (Shatrov et al., 2021).

Por otra parte, la gestión del conocimiento (López et al., 2016) es también relacionada entre los aportes del BPM, ya sea porque favorece el intercambio de conocimientos, el entrenamiento de los empleados en la ejecución de las

actividades (Gomes et al., 2018) o por la utilización de información clara y estructurada (De Ramón-Fernández et al., 2019).

Parra-Fernández et al. (2020), al referirse a la llamada "nueva economía", aquella basada en el uso intensivo de la información y el conocimiento, se reconoce como una tendencia clave en las últimas décadas. En este escenario, también es reconocido el rol de la ciencia y la tecnología en la transformación de las organizaciones y, consecuentemente, de las universidades, con gran responsabilidad social en la adecuada atención de las demandas de conocimiento científico y tecnológico.

Jasso-Villazul et al. (2019) definen la innovación como un fenómeno social en el que intervienen diversos agentes que colaboran, compiten y establecen vínculos y redes de diversa magnitud, intensidad y formas, como las empresas, las universidades, los centros de investigación y el Gobierno, que intercambian conocimientos y habilidades, que se traducen en innovaciones en una localidad, país, sector, territorio o grupo de países.

Entonces, la gestión de la innovación planifica, ejecuta y monitorea las actividades generadas a nivel individual, intra e interorganizacional para lograr el desarrollo y difusión eficaces y eficientes de nuevos productos y servicios (Guertler et al., 2020). La innovación incluye tanto la invención como la comercialización o implementación de nuevos productos (bien o servicio), tecnologías, métodos o maneras de hacer, por lo que se diferencia entre innovaciones de producto, proceso, mercadotecnia y organizacional (Organization for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018).

En Cuba, se promueve el desarrollo de la actividad científica, tecnológica y de la innovación desde la política del Estado (Guerra-Betancourt, 2014) y, en los últimos años, desde la gestión del propio Gobierno (Díaz-Canel Bermúdez & Delgado-Fernández, 2021; Díaz-Canel Bermúdez et al., 2020). En salud, su desarrollo está fundamentado en el Sistema Nacional de Ciencia e Innovación que integra diferentes actores (servicios de atención primaria y secundaria, centros de investigación y desarrollo tecnológico, empresas y universidades); en ellos, se materializa la integración entre asistencia médica, docencia e investigación, para convertirlo en un sistema integral y único, lo que constituye el principal rasgo distintivo de este sector (Rojo-Pérez et al., 2018).

Con respecto a la relevancia de la innovación para las organizaciones, Parra-Fernández et al. (2020) señalaron, entre las principales dificultades que se deben superar en la industria del *software*, particularmente las siguientes: la

institucionalización de procesos integrados que agreguen valor a los clientes finales; la formación y desarrollo del capital humano como potencial innovador, y la evaluación de la eficiencia en la producción de aplicaciones y servicios informáticos. Estos desafíos son compartidos con otros entornos organizacionales.

Lee et al. (2017) desarrollaron un sistema para evaluar los niveles actuales de desempeño y proponer mejoras en la Investigación y Desarrollo (I+D) de pymes. Lo interesante de dicho estudio es que proponen tres módulos: i) el análisis del nivel de desempeño de estos procesos para identificar los de mayores fortalezas y debilidades según los factores importancia, meta y desempeño actual; ii) la comparación del desempeño de la empresa con otras y, finalmente, iii) la simulación de la influencia de procesos críticos en los resultados de I+D para así predecir impactos técnicos, económicos y de funcionamiento.

### **Desempeño organizacional, vínculos con la gestión, la mejora de procesos y la innovación**

Reijers (2021) plantea que las organizaciones se desempeñan mejor cuando se enfocan en el funcionamiento de sus procesos, de inicio a fin, que cuando no lo hacen. Este precepto explica, de cierta forma, el vínculo entre el desarrollo de la gestión por procesos y el desempeño organizacional. Según los aportes descritos por Ledezma et al. (2019), un buen desempeño organizacional hace referencia al adecuado cumplimiento de los propósitos empresariales y representa un área de oportunidad para el diseño e implementación de estrategias destinadas a la generación de valor y el logro de las metas e indicadores establecidos a favor de la competitividad empresarial, mediante la búsqueda continua de la innovación y la mejora.

Algunas razones para este planteamiento son las siguientes: el desempeño organizacional es el resultado de las acciones que llevan a las organizaciones a cumplir sus metas y objetivos (Lusthaus et al., 2002); existen componentes integrados entre sí que intervienen en el correcto logro de los objetivos organizacionales (los resultados financieros, la calidad, la estructura de la organización, la dinámica de sus actividades, el ambiente de los negocios, la innovación de sus operaciones y el impacto en el mercado) (Pérez-Zapata & Cortés-Ramírez, 2009); la mejora y el mantenimiento de niveles aceptables de calidad de los procesos son factores críticos para el éxito de cualquier organización (Gershon, 2010); y el diseño de estructuras, las organizaciones y la cultura organizativa son factores clave para lograr respuestas rápidas, mejor servicio y mayor agilidad, según exigencias del entorno empresarial (Boutros & Purdie, 2014).

Existen argumentos comunes y contrapuestos alrededor de la relación entre la mejora de procesos con la innovación y el desempeño organizativo. Sanders y Linderman (2014), por ejemplo, realizaron un estudio en un grupo de empresas manufactureras para comprobar la relación entre el diseño de procesos, la mejora de procesos y el desempeño. Así, concluyeron que, según la información procesada en esas organizaciones y el análisis estadístico, se apreciaban relaciones entre estos constructos.

En Cuba, se documentan estudios de rediseño o mejora incremental, centrados en la integración de sistemas de gestión (Ricardo-Cabrera et al., 2018), la unificación de procesos, el diseño de procedimientos (Martínez-Caballero & Abreu-Bosch, 2018), la utilización de tecnologías de la información y las comunicaciones (Pérez de Armas & Pérez-Chaviano, 2020), o la adopción del enfoque de cadenas de suministros (Covas-Varela et al., 2017). Sus diversos objetivos apuntan similarmente a elevar el desempeño, ya sea en incrementar la calidad, la agilidad, la disponibilidad de información, como en generar impactos en la entrega de productos, los costos y la satisfacción de los clientes.

### Metodología

#### Diseño del estudio

Se desarrolló un estudio cuasiexperimental (Hernández Sampieri et al., 2006), pues la investigación valora el efecto y la relación de una variable independiente (*mejora de procesos*) con una variable dependiente (*desempeño*). No se garantizó la asignación al azar de los grupos, que para el caso son dos periodos de tiempo: 2013-2016 y 2017-2020, aunque se siguió una estrategia de emparejamiento al comparar ambos periodos en función del personal de trabajo, la estructura organizativa y el sistema de trabajo. Para ello, se combinaron análisis cuantitativos y cualitativos con el fin de conferir un enfoque mixto a la investigación.

#### Procedimiento y técnicas de recolección de datos

El estudio se estructuró en tres etapas: i) diagnóstico del sistema de ciencia tecnología e innovación, ii) aplicación de herramientas para la gestión y mejora de procesos, y iii) comparación de los resultados en dos periodos, antes de la aplicación de los instrumentos y después de la implementación.

#### Diagnóstico del sistema de Ciencia Tecnología e Innovación

Los métodos utilizados para revelar las principales insuficiencias se describen a continuación:

- *Revisión documental.* Comprende la recolección de datos e información procedentes de análisis de balances de trabajo e informes de visitas realizadas por especialistas del Ministerio de Salud Pública. Se seleccionaron documentos oficiales registrados entre 2013 y 2017.
- *Encuestas.* Estas son utilizadas para obtener información mediante cuestionarios dirigidos a una muestra representativa de individuos, de forma que las conclusiones obtenidas se puedan generalizar al conjunto de la población (Beerli-Palacios, 2000). Se adoptaron dos cuestionarios: i) sobre clima organizacional, tomado de Bravo Macías (2018), previo análisis de su aplicabilidad al objeto de estudio, dirigido a siete especialistas del área de investigaciones y que exploró cuatro dimensiones: *liderazgo, trabajo en equipo, comunicación y motivación*; ii) sobre la capacidad tecnológica de la universidad, que comprendió trece preguntas, distribuidas según cuatro criterios: *disponibilidad de la tecnología, nivel de utilización, nivel de conocimiento y aseguramiento*. Esta fue aplicada por conveniencia de los autores a una muestra no probabilística de investigadores vinculados a proyectos de investigación, para un universo de 1.023 profesores e investigadores.

En ambos instrumentos, se estableció una escala Likert de 1 a 5, correspondiente a los niveles "nunca", "rara vez", "algunas veces", "frecuentemente" y "siempre". Los resultados obtenidos fueron recogidos en una hoja de cálculo de Excel, para así analizar el estado actual de estas funciones y las brechas que presentan con respecto al estado deseado.

La medición de las exigencias técnico-organizativas se basa en tres indicadores: i) dinámica del rendimiento, que exige garantizar un crecimiento sistemático de los indicadores de eficacia y eficiencia; ii) capacidad de reacción, que asegura en un plazo dado la producción o servicio que se demanda; iii) estabilidad, que exige adoptar una organización que permita prever y resolver profilácticamente los problemas que surjan sin necesidad de la intervención de los niveles superiores. Para una muestra de observaciones al funcionamiento de los procesos, se analiza normalidad de los datos y se determinan valores de media y desviación típica planificados y reales.

#### Aplicación de las herramientas para la mejora de procesos

En esta etapa se integran herramientas y buenas prácticas del enfoque de procesos, combinados a otros análisis como el estratégico y otras técnicas propias de la gestión de la calidad.

### Definición del rumbo estratégico y prospectivo del sci territorial

Se definió el rumbo estratégico de la ciencia y la innovación tecnológica, basado en la propuesta metodológica de Godet y Durance (2007) para la planificación estratégica por escenarios, que promueve la sinergia entre la prospectiva y la estrategia. El análisis estructural, de actores, y la construcción del espacio morfológico, con el uso de los programas MICMAC, MACTOR y MORPHOL, generaron como salidas las variables clave, el mapa de actores y la identificación de escenarios. La combinación con el análisis DAFO consolidó el diseño de la estrategia, la misión, la visión y los objetivos estratégicos (Acosta-Valera, 2018).

### Definición de los procesos de ciencia e innovación

Resulta una práctica actual incorporar el análisis de los procesos desde la planificación estratégica, para simplificar el camino y generar una mejor alineación entre estrategia, misión y objetivos con los procesos. Para ello, se tomó como referencia la propuesta de Medina León et al. (2019). Luego, se establecieron prioridades que condicionaron el orden adecuado para la mejora según cuatro criterios: a) impacto del proceso en el cumplimiento de los objetivos estratégicos; b) repercusión en el cliente y su satisfacción; c) posibilidad de alcanzar el éxito a corto plazo; y d) variabilidad (Medina León et al., 2019; Nogueira Rivera et al., 2004). Los tres primeros son considerados tradicionales en la gestión por procesos (Amozarrain, 1999; Zaratiegui, 1999). A partir de la matriz de selección, los especialistas otorgaron puntuación por procesos a cada uno de los criterios y seleccionaron aquellos que superaran la puntuación total media.

### Análisis y mejora de procesos

Para el análisis y la mejora de los procesos fueron utilizadas las siguientes herramientas:

- *Descripción.* Revela información útil sobre secuencias de pasos, conexiones, flujos, tiempos, actividades que aportan o no valor, o poco ágiles y flexibles, lo que facilita la búsqueda de oportunidades de mejora (Rowell, 2016). Fueron utilizados los diagramas *As Is* para graficar la secuencia actual de actividades y la notación BPMN para la modelación del proceso tal como debe ejecutarse luego de poner en marcha las mejoras.
- *Análisis de valor añadido.* Busca minimizar o eliminar todo tipo de actividad que no aporte valor añadido y optimizar los pasos que sí aportan (Trischler, 1998). Se analizó cada actividad según aquellas que aportan

valor al cliente, pues transforman insumos para la generación de bienes o servicios (VAC); aportan a la organización como resultado del beneficio ofrecido al cliente (VAE) y las que no aportan (SVA); por lo general estas últimas se manifiestan en actividades de preparación (P), de inspección (I), de espera (E), de movimiento (M) y de archivo (A). Consecuentemente, se calculó el índice de valor añadido en función del total de tareas del proceso (TT) y aquellas que añaden valor (TVA), según la expresión (1).

$$IVA(\%) = (TV/ATT) * 100 \quad (1)$$

Si  $IVA \geq 70\%$ , se considera que el proceso es eficiente, de lo contrario es reconocido como deficiente, lo que conduce a identificar acciones para el incremento del valor añadido.

- *Análisis de tiempos.* Se analizan actividades que inciden significativamente en el tiempo del proceso, su posible reducción o eliminación si no aporta valor, las posibilidades de incrementar su rendimiento, automatizarlas o mejorar los métodos de trabajo. Atendiendo a la variabilidad de los procesos estudiados, se consideró el uso de la distribución Beta para calcular el tiempo esperado (TE) a partir de la estimación de tres tiempos: probable (*m*), optimista (*a*) y pesimista (*b*), según la expresión (2) (Chase et al., 2007).

$$TE = (a+4m+b)/6 \quad (2)$$

- *Análisis de riesgos.* En correspondencia con la norma cubana NC 31010: 2015, cada parte del proceso se somete a la identificación de fallos que afectan, de manera significativa, sus resultados finales. Se valora la probabilidad de ocurrencia del riesgo (*Po*) y su severidad (*s*), según una escala de 1 a 5 en poca (1-2), mediana (3) y alta (4-5). Son seleccionados como críticos aquellos riesgos con un índice mayor o igual a 20 (expresión 3) (Oficina Nacional de Normalización [ONN], 2015).

$$IC = Po * S \quad (3)$$

- *Evaluación de costos de calidad.* Mide la eficiencia sistemáticamente, es decir, cuánto se gasta por los fallos en la ejecución del proceso. Se evalúa los indicadores clave de resultados y las fallas y, así, se definen, clasifican, agrupan y cuantifican los costos de calidad.

### Comparación de los resultados

Se ejecutaron dos momentos: primero, se comprobaron los avances alcanzados al contrastar principales indicadores entre el periodo inicial (2013-2016) y el experimental (2017-2020); luego, se evaluó la satisfacción de los usuarios en dos años posteriores a los principales cambios.

Ambos resultados se apoyan en análisis estadísticos, con el uso del *software* SPSS versión 20. De acuerdo con los objetivos del estudio, se plantea como hipótesis:

**Ho.** No existen diferencias significativas en el desempeño del *sci* antes y después de la aplicación de los métodos de mejora de procesos.

**H1.** Existen diferencias significativas en el desempeño del *sci* antes y después.

Se verificó que en el periodo experimental y el de control existían condiciones similares: el personal que desarrolla sus funciones en esta área es el mismo; la estructura organizativa y el sistema de trabajo se mantienen. El cambio fundamental radica en la introducción del enfoque de procesos en el periodo experimental.

Para evaluar la satisfacción, se diseña un cuestionario que valora las dimensiones: convocatoria de proyectos, ejecución de proyectos, categorización científica; actividad de integración, generalización, propiedad intelectual y producción científica, planificación y ejecución del presupuesto, y uso de la información de ciencia tecnología e innovación. Se utilizan tres niveles de valoración: deficiente, regular y adecuado. Se aplicó preliminarmente a siete profesores universitarios, para verificar la consistencia y coherencia de las preguntas; el resultado arrojó una confiabilidad de 0,77. Del universo definido se seleccionaron 35 profesores e investigadores en 2019 y 30 en 2020 con resultados científicos relevantes.

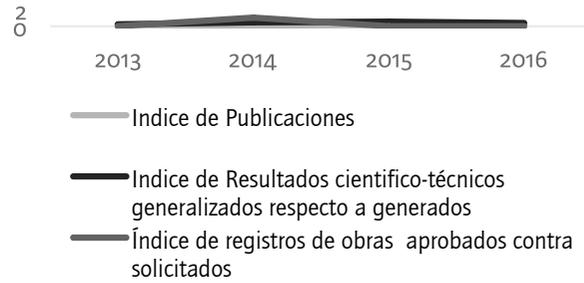
## Resultados

### Diagnóstico

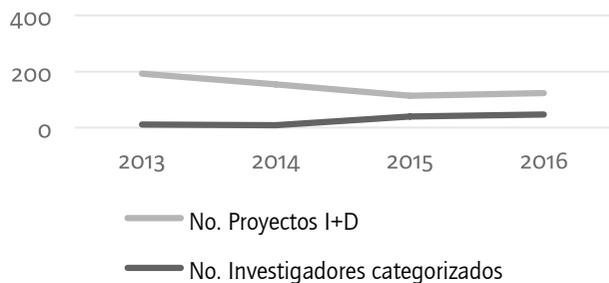
El diagnóstico inicial reveló brechas en la alineación entre las investigaciones ejecutadas y las prioridades de investigación; la capacidad innovadora; la introducción y generalización de los resultados de las investigaciones con efectos en la visibilidad de la universidad; la integración entre los subsistemas de la ciencia y la innovación; la estabilidad de los resultados científicos; el análisis estratégico del entorno para tomar decisiones; la correspondencia entre el potencial científico y la producción científica generada; la organización, planeamiento, seguimiento y control de los procesos.

El comportamiento técnico organizativo lo confirmó al revelar variabilidad en el rendimiento de los principales indicadores de ciencia e innovación e inestabilidad y elevados tiempos de reacción en procesos de investigación y desarrollo (figura 1 y tabla 1).

### Innovación



### Investigación y desarrollo



**Figura 1.** Dinámica de rendimiento: investigación, desarrollo e innovación. Fuente: elaboración propia.

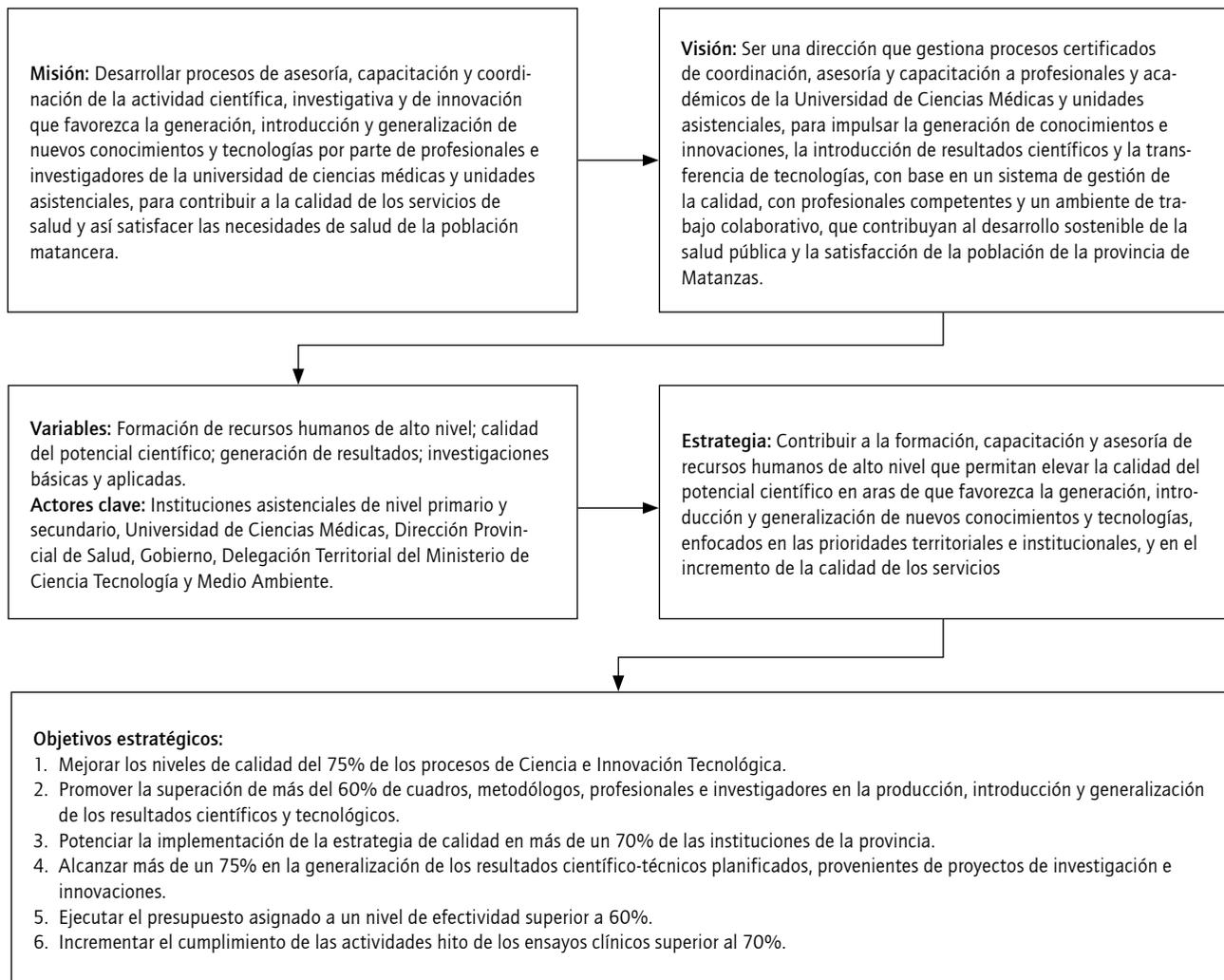
**Tabla 1.** Capacidad de respuesta y estabilidad.

| Indicador   | Tiempo medio de reacción ( $Tr_{\alpha} = t_{med} + b' * \sigma$ )                                 | Estabilidad ( $1 - X_{med}/\sigma$ ) |
|---|--|--------------------------------------|
| Proyectos nacionales aprobados/ presentados                           | Tiempo de entrega: $Tr_{\alpha} = 29,48$ días > $Tr_{plan} = 20$ días                              | $Esr = 0,5 < Esplan = 0,71$          |
| Publicaciones de impacto contra total                                 | Entrega de reporte: $Tr_{\alpha} = 8,33$ meses > $Tr_{plan} = 6$ meses                             | $Esr = 0,49 < Esplan = 0,67$         |
| Expedientes de categorización científica presentados contra aprobados | Tiempo de tránsito a categorías auxiliar y titular: $Tr_{\alpha} = 15$ años > $Tr_{plan} = 4$ años | $Esr = 0,43 < Esplan = 0,44$         |

Fuente: elaboración propia.

### Aplicación de las herramientas para la mejora de procesos

La definición del planteamiento prospectivo y estratégico resultó en la definición de la misión, la visión, las variables y los actores clave, la estrategia de desarrollo y los objetivos estratégicos del *sci* (figura 2).



**Figura 2.** Ejercicio prospectivo y estratégico. Fuente: elaboración propia con base en Hernández Nariño et al. (2018), Acosta Valera (2018) y Díaz Almeda (2019).

La definición de los procesos de ciencia e innovación tecnológica resultó en:

- Estratégicos: planeación (P7), gestión de la calidad (P9).
- Operativos: gestión de proyectos de investigación e innovación (P1); generalización de resultados (P2); innovación y tecnologías (P3); gestión de desarrollo (premios, eventos, categorización científica y publicaciones) (P4); gestión de la propiedad intelectual (P5), coordinación de ensayos clínicos (P6).
- Apoyo: vigilancia tecnológica (P9).

Cuatro de los nueve procesos identificados superaron el valor de la puntuación total media y se priorizaron la gestión de proyectos de investigación e innovación y la gestión de desarrollo, con las mayores puntuaciones. La figura 3 describe el proceso de categorización investigativa tal como operativamente se ejecutaba al comienzo del estudio.

El análisis de riesgos, tiempos y valor añadido en subprocesos de gestión de proyectos y gestión de desarrollo reveló, por un lado, que los principales riesgos se asocian a la presentación fuera de tiempo de los proyectos, la mala calidad en su diseño y el decrecimiento en las investigaciones; por otro, precisamente estos probables fallos se producen en las etapas de mayor duración (nueve meses), asociadas a la actualización de las prioridades de investigación, el lanzamiento de las convocatorias, la recepción y evaluación de propuestas, y el desarrollo de talleres para entrenamiento; el 69% de ellas aporta valor, pero existen reservas de mejoras en su organización, agilidad en el funcionamiento y la reducción de los riesgos.

En cuanto a la categorización, la ineficacia en la capacitación de profesionales, en la confección y presentación de expedientes y el insuficiente número de investigadores categorizados resultan los efectos no deseados de mayor

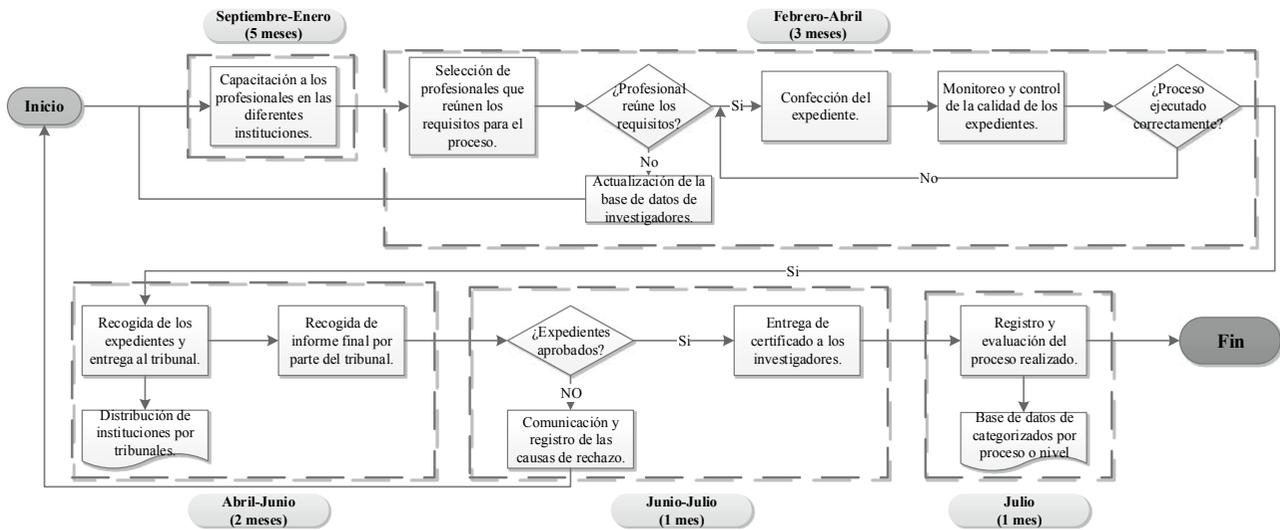


Figura 3. Diagrama As/Is del proceso de categorización investigativa. Fuente: elaboración propia.

probabilidad. Igualmente, estos riesgos se relacionan con las etapas de mayor consumo de tiempo (diez meses). En este caso, un 33% de las actividades añade valor y, coincidentemente, en su mayoría, son las tareas de larga duración, lo que apunta a posibilidades de mejoras incrementales. Ya en aquellas que no aportan deben dirigirse soluciones más innovadoras. En general, se desplegaron las mejoras siguientes:

- **Gestión de proyectos.** Formalización de las líneas de investigación para priorizar proyectos que se van a desarrollar según necesidades de la provincia; reorganización del cronograma de la convocatoria de proyectos; rediseño del sistema de información y monitoreo; diseño de algoritmos para planificación y ejecución del presupuesto; modelación del proceso.
- **Gestión de desarrollo.** Diseño de un plan estratégico para impulsar el potencial científico de un sistema de alerta para identificar potenciales investigadores que se van a categorizar y de procedimientos de trabajo para convocatoria y organización de eventos (programas científicos, asignación de funciones para ejecución y acreditación del evento), divulgación, promoción e identificación de grupos de investigación con requisitos para optar por premios científicos, basado en información integrada de proyectos, producción y categorización científica; digitalización de los registros de los candidatos a investigador, formatos de notificación de cumplimiento de requisitos y preparación de expediente; combinación de actividades comunes; modelación de los procesos y simulación para análisis de escenarios según la ocurrencia de los riesgos identificados.

Mediante el *software* Bizagi Modeler, se modeló cada proceso, tal como debe ejecutarse según las propuestas de mejora (dicha modelación constituye un resultado de una tesis de diploma dirigida por la autora principal de este trabajo). La figura 4 ilustra el modelo del subproceso de categorización científica.

### Comparación de los resultados

La tabla 2 muestra la evolución manifiesta por los indicadores de desempeño, unido a una evaluación de los costos de calidad (costos por fallos).

En el 2019 el porcentaje de satisfacción con los procesos fue de 58%, mientras que en el 2020 fue de 79%. La tabla 3 muestra los resultados del procesamiento del instrumento en ambos años para los principales aspectos evaluados por los profesionales.

Para la aplicación de las pruebas de significación estadística, se conformaron los registros de datos primarios que condicionaron la determinación de los indicadores. Se identificaron como unidades de análisis los proyectos, los expedientes de investigador procesados, la cantidad de ponencias y participantes registrados en cada evento, así como los costos de calidad por fallos en los primeros tres meses del año, en el periodo de control y el experimental.

Es comprobada la normalidad de los datos mediante los métodos Kolmogorov Smirnov y Shapiro Wilk, en dependencia del tamaño de la muestra; posteriormente, fueron utilizadas pruebas no paramétricas o *t* de comparación de muestras relacionadas, en función de la normalidad o no de las observaciones.

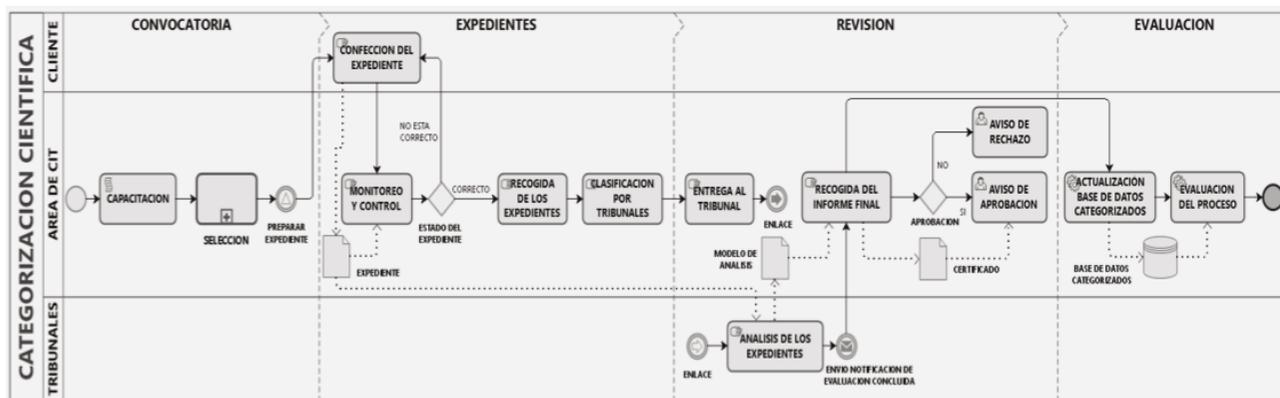


Figura 4. Modelo de subproceso de categorización científica. Fuente: elaboración propia con base en Díaz Almeda (2019) mediante el software Bizagi Modeler

Tabla 2. Comparación según indicadores de desempeño en dos periodos (2013-2016) y (2017-2020).

| Indicadores/ año   | Periodo de control |            |          |         | Periodo experimental |             |              |           |
|--|--------------------|------------|----------|---------|----------------------|-------------|--------------|-----------|
|  | 2013               | 2014       | 2015     | 2016    | 2017                 | 2018        | 2019         | 2020      |
| Total de proyectos en ejecución  | 192                | 153        | 113      | 122     | 91                   | 113         | 111          | 123       |
| Proyectos nacionales en ejecución  | 4                  | 6          | 6        | 6       | 6                    | 7           | 7            | 10        |
| Proyectos nacionales en ejecución/<br>Total de proyectos (%)                     | 2,1                | 3,9        | 5,3      | 4,9     | 6,6                  | 6,3         | 6,3          | 8,1       |
| Proyectos nacionales aprobados para el próximo periodo/<br>Total presentados (%) | 2/4 (50)           | 4/6 (66,6) | 0/12 (0) | 0/4 (0) | 2/7 (28,6)           | 3/11 (27,3) | 5 /12 (41,7) | 1/ 2 (50) |
| Cantidad de investigadores categorizados/propuestos                              | 12/12              | 8/10       | 39/49    | 46/50   | 50/55                | 50/51       | 36/45        | 71/76     |
| Porcentaje de titulares y auxiliares respecto al total de categorizados          | 16,7               | 0          | 7,7      | 2,2     | 12                   | 8           | 13,9         | 20,5      |
| Número eventos   | 1                  | 1          | 4        | 5       | 1                    | 3           | 6            | 5         |
| Ponencias  | 36                 | 34         | 313      | 141     | 60                   | 209         | 212          | 413       |
| Cantidad de participantes  | 68                 | 59         | 359      | 242     | 86                   | 251         | 516          | 499       |
| Premios nacionales y territoriales profesores y estudiantes                      | 1                  | 4          | 1        | 1       | 2                    | 1           | 5            | 6         |
| Costo por fallos/costo total de calidad  | 0,65               | 0,75       | 0,73     | 0,6     | 0,65                 | 0,27        | 0,29         | 0,19      |

Fuente: elaboración propia.

La tabla 4 expone un resumen de los resultados, en que, excepto en la cantidad de ponencias a eventos, la mayoría de los indicadores muestran diferencias significativas, de acuerdo con la comparación entre las medias y las desviaciones y el test aplicado, con una significación superior a 0,05.

Para las encuestas, se analizó la diferencia entre los dos periodos de medición post test, lo que resultó en mejoras estadísticamente significativas en las percepciones sobre la calidad y pertinencia de las recomendaciones y sugerencias de expertos y metodólogos (0,036). En los restantes

**Tabla 3.**  
*Comparación de la satisfacción en 2019 y 2020.*

| Ítem   | 2019 (n = 35)                     |                      |              | 2020 (n = 30)                     |                      |              |
|--|-----------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------|--------------|
|  | Valoración                        | Porcentaje           | Media Desv.  | Valoración                        | Porcentaje           | Media Desv.  |
| Información de prioridades de investigación  | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 8,6<br>34,6<br>57,1  | 3,97<br>1,32 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 6,6<br>20<br>73,3    | 4,3<br>1,32  |
| Comunicación oportuna sobre categorías investigativas                                | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 17,1<br>20<br>62,9   | 3,91<br>1,56 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 3,3<br>30<br>66,7    | 4,27<br>1,11 |
| Seguimiento y orientación para ejecución de proyectos                                | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 28,6<br>20<br>51,4   | 3,40<br>1,85 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 16,7<br>26,7<br>56,7 | 3,73<br>1,68 |
| Asesoría para conformación de expedientes de categoría investigativa                 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 14,3<br>20<br>65,7   | 4<br>1,55    | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 6,7<br>23,3<br>70    | 4,27<br>1,23 |
| Calidad y pertinencia de recomendaciones por metodólogos                             | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 11,4<br>34,3<br>54,3 | 3,80<br>1,53 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 6,7<br>13,3<br>80    | 4,47<br>1,17 |
| Orientación sobre vínculo entre proyectos, publicaciones y divulgación de resultados | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 14,3<br>25,7<br>60   | 3,89<br>1,55 | Deficiente<br>Regular<br>Adecuada | 6,7<br>33,3<br>60    | 4,07<br>1,26 |

Fuente: elaboración propia con base en los estadísticos usando el *software* spss.

**Tabla 4.**  
*Análisis estadístico del desempeño en los períodos de control y experimental.*

| Ítem                                     | Tamaño de muestra | Análisis estadístico ( $p = 0,05$ )                                       |   |
|--|-------------------|---|---|
|  |                   | Estadística descriptiva<br>Mean, Std. Deviation<br>(control-experimental) | Test de significación<br>Prueba Wilcoxon de rangos con signos (Z;<br>Asymp. Sig. 2-tailed)<br>Prueba T (t; df; Sig. 2-tailed) |
| Proyectos nacionales en ejecución        | 100               | 0,59; 0,605<br>1,10; 0,302  | -6,640; 0,000   |
| Proyectos nacionales aprobados           | 32                | 1,44; 0,801<br>1,72; 0,457  | -2,000; 0,046   |
| Cantidad de investigadores categorizados | 229               | 0,99; 0,966<br>1,90; 0,295  | -10,106; 0,000  |
| Proporción de titulares y auxiliares     | 207               | 0,52; 0,529<br>1,14; 0,343  | -9,644; 0,000   |
| Cantidad de ponencias a eventos          | 11                | 47,64; 40,155<br>81,27; 40,078  | -1,689; 0,091   |
| Cantidad de participantes en eventos     | 11                | 66,18; 52,007<br>122,91; 46,018   | -2,179; 0,029   |
| Costo por fallos                         | 16                | 0,38; 0,230<br>0,099; 0,0997  | 4,517; 15; 0,000  |

Fuente: elaboración propia.

ítems, a pesar de su evolución positiva según los valores alcanzados por las medias, los resultados obtenidos son superiores al nivel de significación, lo que sugiere que, para la muestra estudiada, aún no es representativo el aumento en las valoraciones de los sujetos.

## Discusión

El análisis técnico-organizativo indicó la necesidad de modificar los mecanismos de gestión, al considerar que la capacidad de reacción y la estabilidad apuntan a dificultades del SCI de ajustarse, con rapidez y agilidad, a exigencias internas y externas. Precisamente, en el periodo de control se produce un estancamiento en la generación de proyectos nacionales: mientras los proyectos institucionales descienden considerablemente, el potencial científico crece vertiginosamente en investigadores en formación, pero no aumenta en igual proporción en investigadores de alto nivel, quienes en realidad resultan impulsar los procesos investigativos, con el consiguiente efecto en la producción científica. Toledo-Fernández (2018) confirma que en las universidades médicas cubanas se apreciaba un comportamiento variable en la mayoría de los indicadores de I+D+i.

La combinación del enfoque BPM con supuestos tradicionales de la gestión por procesos favoreció una mayor agilidad y capacidad de respuesta luego de la combinación de soluciones en los procesos (diseño de procedimientos, sistemas y registros de información, modelación y reorganización de tareas), en las personas (documentación, asignación de funciones y formalización de métodos de trabajo como vías para fomentar el aprendizaje y el conocimiento y así incrementar la productividad) y la tecnología (digitalización y automatización de tareas). El análisis estadístico muestra que los efectos más sensibles se producen en la ejecución de proyectos nacionales, el desarrollo del potencial científico, los costos generados por las no conformidades y las actividades de asesoría y capacitación a profesionales.

Algunos estudios en el sector de la salud han confirmado que el BPM puede influir en diferentes problemáticas organizacionales, como el entrenamiento de los empleados, el deficiente intercambio de información, la desconexión entre la medición y la estrategia organizacional, la falta de estándares y procedimientos de trabajo (Gomes et al., 2018); también favorece la medición de tiempos de respuesta, la generación de alertas y notificaciones, lo que incide en las percepciones de los usuarios (López et al., 2016).

Las mejoras impactaron en otros procesos, particularmente en aquellos como la generalización de resultados y la gestión de la calidad. Para reducir la variabilidad y aumentar la eficacia y eficiencia de las actividades, exigió trabajar simultáneamente el diseño de manuales, normas de trabajo, inspecciones y auditorías.

Los indicadores utilizados presentan una lógica similar a la propuesta de Qin y Du (2018), quienes plantean como medidas de I+D en universidades aquellas referidas a los resultados (publicaciones, patentes, utilidades por la comercialización de productos, tecnologías y servicios) y las entradas (gastos, desarrollo del personal de trabajo, implementación de proyectos de I+D) desplegados en dos etapas: la creación de conocimientos y la comercialización. En consecuencia, proponen índices sintéticos de eficiencia y efectividad.

Sin duda, la valoración del desempeño a través de estos indicadores revela desafíos compartidos con otros entornos donde se enfatiza en la mejora del valor añadido de los procesos, la formación y desarrollo del capital humano, y la evaluación de la eficiencia para alcanzar niveles satisfactorios en los procesos de innovación (Parra-Fernández et al., 2020).

No obstante, los cambios aún deben consolidarse en el largo plazo, mientras que el monitoreo del entorno y el enfoque de riesgos pueden incidir en la sostenibilidad de los resultados. En los últimos tres años, transformaciones iniciadas en el sistema de ciencia, tecnología e innovación en el país, en la organización del sector de la salud e, incluso, como consecuencia de la contingencia sanitaria, afectaron moderadamente algunos procesos e implicaron ligeras variaciones en la evolución de varios indicadores.

Este estudio posee puntos en común con Lee et al. (2017), quienes propusieron mejoras en los procesos de I+D de pymes, a partir del análisis de su nivel de desempeño, y el estudio del impacto técnico, económico y de funcionamiento, solo que en su caso los autores recurren a la predicción de estos impactos mediante la simulación de la influencia de procesos críticos en los resultados, a diferencia de esta investigación donde experimentalmente se prueban los instrumentos gerenciales definidos y se comprueba posteriormente su influencia en el desempeño.

Finalmente, es posible considerar que la adopción de prácticas de gestión y mejora de procesos favorece el desempeño del sistema de ciencia e innovación analizado, así como reveló el estudio de Sanders y Linderman (2014) que fundamentan la relación entre el diseño, la mejora de procesos y el desempeño.

## Conclusiones

Esta investigación se planteó como objetivo demostrar la influencia de la mejora de procesos en el desempeño de un sistema de ciencia e innovación en salud. Las soluciones propuestas e insertadas en la universidad demuestran la posibilidad que, de ser sistematizadas, pueden derivar en métodos organizativos tendientes a la mejora de procesos y la innovación organizacional, demostrado por la evolución favorable de la generalidad de los indicadores de desempeño en procesos de investigación y desarrollo, y supone una correspondencia con las valoraciones positivas de los usuarios respecto a actividades relativas al diseño de procedimientos y métodos de trabajo.

El carácter exploratorio de la medición de las percepciones en la muestra seleccionada limita la consideración de todos los posibles factores no controlados en la investigación y cómo afectan el comportamiento de las variables estudiadas, lo que implica brechas metodológicas que deben atenderse para fortalecer los hallazgos cuantitativos.

Como líneas para futuras investigaciones destacan las siguientes: a) desarrollar en una fase superior de madurez la modelación e introducción de la automatización para lograr mayor agilidad y capacidad de respuesta a las exigencias cambiantes del entorno; b) sistematizar la aplicación de prácticas de gestión del conocimiento en apoyo a la gestión de la producción científica y el potencial científico; c) desarrollar una política de innovación que propicie la generación de resultados de impacto científico, tecnológico, social, económico y medioambiental, con capacidad de ser generalizados, tal que cierren el ciclo de investigación; d) refinar estudios de evaluación de impactos y de satisfacción de los usuarios para confirmar la influencia de la mejora de procesos en el desempeño, la eficiencia y efectividad del sistema de ciencia e innovación.

## Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiestan conflictos de intereses institucionales ni personales.

## Referencias bibliográficas

- Acosta-Valera, C. (2018). *Análisis del desarrollo prospectivo de la Dirección de Ciencia, Innovación y Tecnología de Salud en Matanzas* [Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial, Universidad de Matanzas].
- Amozarrain, M. (1999). *La gestión por procesos*. Mondragón Corporación Cooperativa.
- Barrios-Hernández, K. d. C., Contreras-Salinas, J. A., & Olivero-Vega, E. (2019). La gestión por procesos en las pymes de Barranquilla: factor diferenciador de la competitividad organizacional. *Información tecnológica*, 30(2), 103-114. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000200103>
- Beerli-Palacios, M. (2000). *Investigación comercial*. Universidad de las Palmas.
- Boutros, T., & Purdie, T. (2014). *Process Improvement Handbook: A Blueprint for Managing Change and Increasing Organizational Performance*. McGraw-Hill Education.
- Bravo-Macías, C. C. (2018). *Contribución a la gestión del comportamiento organizacional con enfoque a las competencias organizacionales. Caso pymes comercializadoras de productos lácteos. Manabí- Ecuador* [Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Matanzas, Cuba].
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2007). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva* (10a ed.). McGraw Hill.
- Columbié-Pileta, M., Morasen-Robles, E., Williams-Abellé, E. d. C., Rodríguez-Díaz, C. R., & Couturejuzón-González, L. (2018). Origen y evolución del proceso de evaluación de Ciencia e Innovación Tecnológica en la Educación Médica. *Revista Cubana de Tecnología de la Salud*, 9(2), 97-107. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubtecsal/cts-2018/cts182k.pdf>
- Covas-Varela, D., Martínez-Curbelo, G., Delgado-Álvarez, N., & Díaz-Peña, M. (2017). Mejora de procesos logísticos en la comercializadora agropecuaria Cienfuegos. *Ingeniería Industrial*, 38(2), 210-222. <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v38n2/rii100217.pdf>
- Davenport, T. H. (2015). Process management for knowledge work. En Vom Brocke, J., & Rosemann, M. (Eds.), *Handbook on Business Process Management 1* (pp. 17-35). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_2)
- De Ramón-Fernández, A., Ruiz-Fernández, D., & Sabuco-García, Y. (2019). Business Process Management for optimizing clinical processes: A systematic literature review. *Health Informatics Journal*, 26(2), 1305-1320. <https://doi.org/10.1177%2F1460458219877092>
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado-Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1892>
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., Núñez Jover, J., & Torres Páez, C. C. (2020). Ciencia e innovación como pilar de la gestión de gobierno: un camino hacia los sistemas alimentarios locales. *Revista Cooperativismo y Desarrollo*, 8(3), 1-21. <http://scielo.sld.cu/pdf/cod/v8n3/2310-340X-cod-8-03-367.pdf>
- Díaz-Almeda, L. (2019). *Enfoque BPM y mejora de procesos de ciencia e innovación tecnológica. Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas* [Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial, Universidad de Matanzas]. <http://cict.umcc.cu/repositorio/tesis/tesisdediploma/ingenieriaindustrial/2019>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. (2018). *Fundamentals of Business Process Management* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
- Enríquez-Hernández, D. M. (2018). *Diseño de la actividad de ubicación laboral del proceso de formación del profesional en la CUJAE*. [Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE)].
- García-Herrera, A. L. (2017). *Bases para el perfeccionamiento de la Estrategia de formación doctoral en la Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas* [Tesis del Diplomado de Dirección de los Cuadros del Estado y del Gobierno, Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas].
- Garimella, K., Lees, M., & Williams, B. (2008). *Introducción a BPM Para Dumies*. Wiley Publishing.

- Gershon, M. (2010). Choosing which process improvement methodology to implement. *The Journal of Applied Business and Economics*, 10(5), 61-69. <http://t.www.na-businesspress.com/JABE/Jabe105/GershonWeb.pdf?iOS=>
- Godet, M., & Durance, P. (2007). Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. *Cuadernos de Lipsor*, 104(2), 20. <http://prospektiker.es/prospectiva/Documentos/caja-herramientas-2007.pdf>
- Gomes, J., Portela, F., & Filipe-Santos, M. (2018). Introduction to BPM approach in healthcare and case study of end user interaction with EHR interface. *Procedia Computer Science*, 141, 519-524. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.132>
- Gómez-Paz, D., Medina-Ruiz, G., & García-Cartaya, A. A. (2014). Diseño de un sistema de información para el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, 6(3). <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/144/pdf>
- González-Cruz, E. (2014). *Despliegue de la calidad en la gestión de procesos sustantivos de instituciones de educación superior cubanas* [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central Marta Abreu de las Villas]. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12298/Ebir%20qfd.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerra-Betancourt, K. (2014). *Tecnología para la Gestión de Proyectos de Innovación en Sistemas Territoriales de Innovación* [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas].
- Guertler, M. R., Kriz, A., & Sick, N. (2020). Encouraging and enabling action research in innovation management. *R & D Management*, 50(3), 380-395. <https://doi.org/10.1111/radm.12413>
- Hernández-Nariño, A., Delgado Landa, A., Marqués León, M., Nogueira Rivera, D., Medina León, A., & Negrín Sosa, E. (2016). Generalización de la gestión por procesos como plataforma de trabajo de apoyo a la mejora de organizaciones de salud. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, 15(31), 66-87. <http://www.redalyc.org/pdf/545/54549363016.pdf>
- Hernández-Nariño, A., Garay-Crespo, M. I., Sherwood-Ilizastigui, L., Rodríguez-Casas, M. M., Castañeda-Piñera, Y., & de León Rosales, L. (2017). Gestión por procesos en la Ciencia e Innovación Tecnológica en Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas. *Archivo Médico de Camagüey*, 21(6), 717-728. <http://www.revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/5273/2989>
- Hernández Nariño, A., Ramos Castro, G., Garay Crespo, M. I., Hernández Falcón, L., Rodríguez Casa, M. M., Piedra Herrera, B., Cárdenas Garabito, D., Castañeda Piñera, Y., Díaz Almeda, L., Camero Benavides, L., & Díaz Luis G. (2018). *Manual de los Procesos y Procedimientos de Ciencia e Innovación Tecnológica Matanzas, Cuba*.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (Cuarta Ed.). Mc Graw Hill.
- Jasso-Villazul, J., Torres-Vargas, A., & Sierra, L. P. (2019). Innovación e inclusión: una perspectiva desde la salud. *Revista Economía y Desarrollo*, 158(Especial), 34-49. <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/423/302>
- Jiménez-Valero, B. (2011). *Procedimiento de evaluación y mejora de la gestión de la Tecnología y la Innovación en hoteles todo incluido* [Tesis de Doctorado, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos].
- Ledezma, V., Bernal, I., & Pedraza, N. A. (2019). Valoración del desempeño organizacional en empresas tamaulipecas. *Vinculategica EFAN*, 5(1), 430-439. [http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/vinculategica\\_5/37%20LEDESMA\\_BERNAL\\_PEDRAZA.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/vinculategica_5/37%20LEDESMA_BERNAL_PEDRAZA.pdf)
- Lee, K., Jeong, Y., & Yoon, B. (2017). Developing a research and development (R&D) process improvement system to simulate the performance of R&D activities. *Computers in Industry*, 92, 178-193. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.08.001>
- López-Juan D., Moreno S, Moreno L., Anzola D., López-Francisco., Vildary A., Osorio R., Salinas M., & Yepes D. (2016). Business processes management implementation in health sector. *International Journal of Managing Public Sector Information and Communication Technologies (IJMP ICT)*, 7(4), 1-10. <https://doi.org/10.5121/ijmpict.2016.7401>
- Lusthaus, C., Adrien, M., Anderson, G., Carden, F., & Plinio, G. (2002). *Evaluación organizacional. Marco para mejorar el desempeño*. IDB Bookstore.
- Marqués-León, M., Negrin-Sosa, E., Hernández-Nariño, A., Nogueira-Rivera, D., & Medina-León, A. (2017). Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias. *Gestión y Política Pública*, 26(3), 79-124. <http://www.gestionypoliticapublica.cide.edu/ojs/cide/index.php/gyp/article/viewFile/359/95>
- Martínez-Caballero, D., & Abreu-Bosch, M. R. (2018). La mejora de procesos en la empresa SOFTEL. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 2(3), 297-307. <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/60>
- Medina-León, A., Nogueira-Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & Comas-Rodríguez, R. (2019). Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(2). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- Medina-León, A., Nogueira-Rivera, D., Salas-Álvarez, W., Hernández-Reyes, H. R., Medina-Nogueira, D., Hernández-Nariño, A., Medina-Nogueira, Y. E., & El Assafiri-Ojeda, Y. (2017). *Gestión y mejora de procesos de Empresas Turísticas*. Universidad Uniandes.
- Medina-Nogueira, Y., Medina-León, A., El Assafiri-Ojeda, Y., & Nogueira-Rivera, D. (2020). Análisis de las investigaciones sobre gestión por procesos: una revisión para América Latina y el Caribe. En I. C. Flores, M. P. Torres, J. M. Espionsa, M. F. Martínez (Eds.), *Prácticas socioadministrativas para la competitividad, emprendimiento y mercadotecnia digital una visión desde la licenciatura* (pp. 17-39). Editorial Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Nogueira-Rivera, D., Medina-León, A., & Nogueira-Rivera, C. (2004). *Fundamentos del control de gestión empresarial*. Editorial Pueblo y Educación.
- Núñez-Jover, J., & Figueroa-Alfonso, G. (2014). Biotecnología y sociedad en Cuba: el caso del Centro de Inmunología Molecular. *Trilogía*, 6(10), 11-24. <https://doi.org/10.22430/21457778.432>
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). (2015). *NC-ISO 31010: 2015. Gestión del riesgo. Técnicas de apreciación del riesgo*. Oficina Nacional de Normalización.
- Ortiz-Pérez, A. (2014). *Tecnología para la gestión integrada de los procesos en universidades. Aplicación en la Universidad de Holguín* [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Universidad de Holguín. Facultad de Ingeniería Industrial].
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). Oslo Manual. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. In *Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation* (pp. 85-102). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/24132764>
- Parra-Fernández, A., Delgado-Fernández, M., & Cruz-Segura, Y. (2020). Diseñando procesos para cerrar el ciclo de I+ D+ i en organizaciones de software. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(3), 41-58. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcci/v14n3/2227-1899-rcci-14-03-41.pdf>

- Pérez de Armas, M., & Pérez-Chaviano, J. M. (2020). Mejora de procesos en la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Cienfuegos. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 8(2), 29-42.
- Pérez-Zapata, J., & Cortés-Ramírez, J. A. (2009). Medición y validación del desempeño organizacional como resultado de acciones de aprendizaje. *Revista ciencias estratégicas*, 17(22), 251-272. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151313682008.pdf>
- Qin, X., & Du, D. (2018). Measuring universities' R&D performance in China's provinces: A multistage efficiency and effectiveness perspective. *Technology Analysis Strategic Management*, 30(12), 1392-1408. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1473849>
- Reijers, H. A. (2021). Business Process Management: The evolution of a discipline. *Computers in Industry*, 126, 103404. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103404>
- Ricardo-Cabrera, H., Medina-León, A., Abreu-Ledón, R., Gómez-Dorta, R. L., & Nogueira-Rivera, D. (2018). Modelo para la mejora de procesos en contribución a la integración de sistemas. *Ingeniería Industrial*, 39(1), 15-23. <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v39n1/rii03118.pdf>
- Rodríguez, E., & Junior, R. (2017). *Gestión por procesos, disciplina para diseñar la estructura organizacional del Ministerio de Salud del Perú* [Tesis de Pregrado en Administración de Empresas, Universidad de Piura]. Repositorio PIRHUA. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2630>
- Rojas-Ochoa, F. (2009). *Fundamentos político-ideológicos de la salud pública revolucionaria cubana*. Editorial Ciencias Médicas.
- Rojo-Pérez, N., Valentti-Pérez, C., Martínez-Trujillo, N., Morales-Suárez, I., Martínez-Torres, E., Fleitas-Estéves, I., Portuondo-Sao, M., Torres-Rojo, Y., & Sierra-González, V. G. (2018). Ciencia e innovación tecnológica en la salud en Cuba: resultados en problemas seleccionados. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42(32), 1-11. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.32>
- Rowell, J. (2016). Do Organisations have a Mission for Mapping Processes? *Business Process Management Journal*. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-10-2016-0196>
- Sanders, J. L., & Linderman, J. K. (2014). Process management, innovation and efficiency performance. *Business Process Management Journal*, 20(2), 335-358.
- Schmiedel, T., & vom Brocke, J. (Eds.). (2015). *Business Process Management: Potentials and Challenges of Driving Innovation*. En J. vom Brocke & T.Schmiedel, (Eds.), *BPM - Driving Innovation in a Digital World. Management for Professionals*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14430-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14430-6_1)
- Shatrov, K., Pessina, C., Huber, K., Thomet, B., Gutzeit, A., & Blankart, C. R. (2021). Improving health care from the bottom up: Factors for the successful implementation of kaizen in acute care hospitals. *PLoS ONE*, 16(9), 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257412>
- Serrano-Gómez, L., & Ortiz-Pimiento, N. R. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Revista Estudios Gerenciales*, 28(125), 13-22. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70003-7](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70003-7)
- Suárez-Barraza, M. F. (2007). *La sostenibilidad de la mejora continua de procesos en la Administración Pública: Un estudio en los ayuntamientos de España* [Tesis en opción de grado científico de Doctor en Ciencias de la Administración, Universidad Ramón Lull, Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas]. <http://hdl.handle.net/10803/9178>
- Toledo-Fernández, A. M. (2018). *Indicadores de Ciencia e Innovación en las Universidades Médicas en Cuba*. Ministerio de Salud Pública.
- Trischler, W. E. (1998). *Mejora del valor añadido en los procesos*. Ediciones Gestión 2000.
- Vilalta, J. M. (2013). *La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas*. Studia XXI. Fundación Europea Sociedad y Educación. <http://hdl.handle.net/11162/119645>
- vom Brocke, J., Denner, M. S., Schmiedel, T., Stelzl, K., Röglinger, M., & Wehking, C. (2021). Context-Aware Business Process Management: Method Assessment and Selection. *Business & Information Systems Engineering*, 62, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s12599-021-00685-0>
- vom Brocke, J., & Mendling, J. (Eds.). (2018). Frameworks for Business Process Management: A Taxonomy for Business Process Management Cases. En *Business Process Management Cases. Management for Professionals* (pp. 1-17). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5_1)
- Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. *Economía Industrial, España*, 6(330), 81-88. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicaciones-periodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/330/12jrza.pdf>