

Gestión de la calidad en los Centros de Desarrollo
Tecnológicos (CDT): revisión sistemáticaQuality management in Technology
Development Centers (CDT): systematic reviewOscar Meneses-Mejía 

Institución Universitaria Americana, Barranquilla, Colombia.

Milton De la Hoz-Toscano 

Institución Universitaria Americana, Barranquilla, Colombia.

Antonio Pacheco-Molina 

Institución Universitaria Americana, Barranquilla, Colombia.

Resumen

El propósito de este artículo es presentar el análisis de los principales factores asociados a los procesos y procedimientos llevados a cabo en la gestión de la calidad y la operación integral de los CDT, teniendo en cuenta que la implementación de estándares y procesos de calidad permiten garantizar la fiabilidad y eficiencia en las actividades de investigación y desarrollo. Para lo anterior, se llevó a cabo un análisis documental de las normas de gestión de calidad y la guía técnica para el reconocimiento de actores establecida por Minciencias, en el que se analizaron las categorías de gestión de la calidad y Centros de Desarrollo Tecnológico. Como resultado de esto, se destacan algunas de las mejores prácticas en la gestión de la calidad que los centros de desarrollo tecnológicos implementan tales como: planeación estratégica, sistema de gestión de calidad documentado, formación y capacitación del personal en temas de calidad, y la participación activa en programas de certificación reconocidos. Finalmente, este artículo propone una metodología conceptual siguiendo el ciclo PHVA que podría ser implementado por los CDT para adoptar mejores prácticas en la gestión de la calidad, alcanzar buenos estándares de rendimiento y mantener su posición dentro del sistema de ciencia y tecnología.

Palabras clave: Ciclo PHVA; Innovación; Normas de calidad; Sistema Integrado de Gestión; Sistema Nacional de Innovación.

Clasificación JEL: O32, Q55

Abstract

The purpose of this article is to present the analysis of the main factors associated with the processes and procedures carried out in quality management and the comprehensive operation of the CDT, considering that the implementation of quality standards and processes allows ensuring reliability and efficiency in research and development activities. To achieve this, a documentary analysis of quality management standards and the technical guide for actor recognition established by Minciencias was carried out, in which the categories of quality management and Technological Development Centers were examined. As a result of this, some of the best practices in quality management implemented by technological development centers are highlighted, such as strategic planning, documented quality management system, training of personnel in quality matters, and active participation in recognized certification programs. Finally, this article proposes a conceptual methodology following the PHVA cycle that could be implemented by CDT to adopt best practices in quality management, achieve high-performance standards, and maintain their position within the science and technology system.

Keywords: PHVA Cycle; Innovation; Quality Standards; Integrated Management System; National Innovation System.

JEL Classification: O32, Q55

Autor de
Correspondencia

oscardmeneses@americana.edu.co

Recibido: 17-06-2023**Aceptado:** 24-11-2023**Publicado:** 4-12-2023Copyright © 2023
Desarrollo Gerencial

Como citar este artículo (APA):

Meneses-Mejía, O., De la Hoz-Toscano, M., & Pacheco-Molina, A. (2023). Gestión de la calidad en los Centros de Desarrollo Tecnológicos (CDT): revisión sistemática. *Desarrollo Gerencial*, 15(2), 1-24. <https://doi.org/10.17081/dege.15.2.6665>

Introducción

En el ámbito global, los sistemas de innovación constituyen un ecosistema complejo que involucra a diversos actores -públicos y privados- que interrelacionados buscan el desarrollo de nuevos productos, servicios y tecnologías con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de cada país (Rincón, 2004). Estos actores involucrados como: gobierno, empresas, Instituciones de Educación Superior (IES), centros de investigación, organizaciones científicas y demás individuos de la sociedad colaboran entre sí, invierten y generan nuevo conocimiento que, a través de procesos innovadores alimentan los diferentes campos de estudio, desde la tecnología y la medicina hasta las ciencias sociales (Rincón, 2004). Es así como la colaboración y la inversión en investigación que hacen estos actores son fundamentales para el fomento de la productividad, la generación de empleo y el mejoramiento de la calidad de vida de toda la población.

En este sentido, el intercambio de conocimiento y la transferencia de tecnología, según el Gobierno de México (2018) desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de los procesos innovadores ya que a través de estos se llevan a cabo diversas actividades como: validación, demostración, divulgación, capacitación, asesoría e información (Gobierno de México, 2018) que permiten el aprendizaje colectivo (educación y formación) y la interacción entre los distintos actores del sistema (Heijs, 2001).

De ahí que, los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), apoyan la actividad innovadora, la generación de nuevo conocimiento, las transferencias y difusión de tecnologías (Martínez, 1994) a través de los llamados Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), los cuales son considerados como una parte fundamental de los mismos (Freeman, 1992; Berger y Revilla, 2006), debido a que los procesos que estos realizan afectan directamente a los diferentes aspectos de la sociedad: socioeconómico, político, cultural, científico y tecnológico.

De manera que, los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) son importantes dentro del ecosistema de innovación empresarial ya que entran a dinamizar la investigación y a transformar nuevas tecnologías y mejores prácticas que permiten el fortalecimiento de los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) (Calvo, 2020). A la vez que sus operaciones e investigaciones constituyen las bases para establecer los lineamientos y metodologías que orientan y aportan valor a la política nacional de Ciencia y Tecnología de cada país.

Como cualquier estructura organizacional, los CDT tienen su propia gestión y características que dependiendo de cada región o país en donde estén ubicados se especializan en diferentes áreas del conocimiento y su importancia varía según el contexto y la industria tecnológica dominante en cada lugar. Por eso, dentro de la literatura son muchos los organismos, instituciones o autores que se han dedicado a

estudiar su funcionamiento, y la importancia que estos tienen dentro del tejido empresarial. Por ejemplo, autores como Valencia López et al. (2019) que los estudian desde la teoría del desarrollo; Riviera-Martínez y Canay Pazos (2019), desde el enfoque de emprendimiento e innovación; Araque et al. (2017), desde la relación entre el marketing interno y el compromiso organizacional; Montes Hincapié et al. (2011) desde la innovación tecnológica; y Pinzón y Castellanos (2009), desde la gestión del conocimiento. Sin embargo, hay un aspecto que poco se ha estudiado y está relacionado con la gestión de la calidad dentro de los CDT.

A partir de lo anterior, surgió la necesidad de analizar los principales factores asociados a los procesos y procedimientos llevados a cabo para la gestión y operación integral de los CDT. Por lo que, este artículo propone una metodología conceptual siguiendo el ciclo PHVA que permite el cumplimiento de los estándares de calidad y gestión establecidos para el reconocimiento de los CDT dentro del sistema de ciencia y tecnología. Para esto, se llevó a cabo un análisis documental de las normas de gestión de calidad y la guía técnica para el reconocimiento de actores en Colombia, establecida por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (Minciencias).

Los resultados que se presentan en este artículo muestran el abordaje de los principales aspectos que definen a los CDT, los factores que inciden en su funcionamiento y la contribución que estos hacen al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) en Colombia. A su vez, constituyen un aporte teórico al campo de la administración al haber tener centros que no cuentan con una estructura organizacional definida ni planeación en la gestión de la calidad, esta metodología conceptual que se presenta en este artículo puede servir de base para que aquellos centros que deseen iniciar el proceso de autoevaluación y posicionarse para ser reconocidos no solo en el sector empresarial sino en todo el ecosistema de innovación.

Fundamentación teórica

En el contexto de los sistemas de innovación, a los cuales pertenecen los Centros de Desarrollo Tecnológico, la gestión de la calidad constituye uno de los aspectos más importantes para asegurar que los procesos de desarrollo y comercialización de nuevos productos o servicios cumplan con los estándares de calidad esperados. Aunque existen diversas metodologías y enfoques que se pueden utilizar en la gestión de la calidad en este contexto, como el diseño para la calidad, la gestión de proyectos y la gestión del ciclo de vida del producto, los CDT siempre deben explorar y aplicar herramientas específicas que les permita elevar continuamente los estándares de calidad en los procesos de innovación que estos realizan para garantizar la competitividad y el éxito en entornos cada vez más dinámicos y exigentes (De Moya y Chinchilla, 2015).

En este sentido, los CDT, al ser constituidos como entidades organizacionales que poseen características distintivas como: misión y visión, estructura organizacional, talento humano, colaboración y redes, deben

con su propia estructura, recursos humanos y físicos, gestión de la calidad, transferencia de tecnología, entre otros los cuales contribuyan a la generación de conocimiento y a la promoción de la innovación en el ámbito científico y tecnológico. En la tabla 1. se presentan los referentes teóricos más destacados en la gestión de la calidad y cuyos aportes pueden ser tomados para su aplicación en la gestión de los CDT.

Tabla 1. *Referentes teóricos en la gestión de la calidad*

Autor	Aporte teórico
Josep M. Juran (1986)	Considerado como uno de los padres de la gestión de la calidad. Propuso el enfoque de "planificar, controlar y mejorar" para lograr la calidad en las organizaciones (Chua et al., 2007; Martínez, 2007; Barrios, 2018).
Edwards Deming (1989)	Es otro pionero en la gestión de la calidad. Se enfatizó en la importancia de la mejora continua y la adopción de un enfoque basado en datos. Sus principios, conocidos como los "14 puntos de Deming", abarcan aspectos como el liderazgo, la toma de decisiones basada en datos y la capacitación del personal (Deming, 1989; Alvear, 1998; Barrios, 2018).
Philip B. Crosby (1991)	Propuso el concepto de "cero defectos" y defendió la idea de que la calidad debe ser un objetivo absoluto en las organizaciones (Crosby, 1991; Omachonu y Ross, 1995; Barrios, 2018).
Kaoru Ishikawa (1994)	Conocido por su enfoque en la gestión de la calidad total, que destaca la importancia de la participación de todos los miembros de una organización para lograr la calidad. Su herramienta más famosa es el "diagrama de Ishikawa" o "diagrama de espina de pescado", utilizado para identificar y visualizar las causas de un problema (Ishikawa, 1994; Alvear, 1998; Barrios, 2018).
Tom Peters (2005)	Reconocido por su enfoque en la excelencia empresarial y la gestión de la calidad. Se destaca por la importancia de la calidad, la innovación y la orientación al cliente en las organizaciones exitosas (Peters, 2005).
Armand V. Feigenbaum (1991)	Es considerado un referente en la gestión de la calidad. Acuñó el término "control total de la calidad" y desarrolló la idea de que la calidad debe estar integrada en todas las funciones y procesos de una organización (Feigenbaum, 1991).

Estos son algunos de los autores relevantes en el campo de la gestión de la calidad que sus aportes teóricos se relacionan con la gestión en los centros de desarrollo tecnológico. Sus enfoques, conceptos y herramientas pueden influir significativamente en el desarrollo de prácticas efectivas que garantizan la calidad en este tipo de organizaciones.

Metodología Six Sixma

El concepto de "*Seis Sigma*" o *Six Sixma*, por sus siglas en inglés, fue propuesto por Bill Smith en los años ochenta como una iniciativa de calidad, y hace referencia a la medida estadística que representa la variabilidad en un proceso (Smith, 1980, citado en González, 2003; Gupta y Sri, 2015). Esta metodología constituye un enfoque estructurado y disciplinado de gestión de la calidad cuya finalidad es mejorar la calidad de los procesos y reducir la variabilidad en la producción y los servicios (McCarty et al. 2004). Además, se centra en identificar y eliminar defectos o errores en los procesos para lograr una mayor eficiencia y satisfacción del cliente. El proceso se basa en el uso de herramientas y técnicas estadísticas que

permite analizar datos y tomar decisiones informadas (Pepper y Spedding, 2010). Es ampliamente utilizado en diferentes industrias como: manufactura, servicios financieros, salud entre otras.

La metodología Seis Sigma se divide generalmente en dos enfoques principales:

1. DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar), utilizado para mejorar los procesos existentes que no están cumpliendo con los estándares deseados. Cada etapa del DMAIC implica una serie de pasos y actividades específicas para identificar problemas, analizar causas raíz, implementar soluciones y controlar los resultados (Pandey, 2007; Gómez y Barrera, 2012).
2. DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar), se utiliza cuando se desarrollan nuevos productos, servicios o procesos. Se centra en crear procesos o productos que sean capaces de cumplir con altos estándares de calidad desde el principio (Pandey, 2007; Gómez y Barrera, 2012).

Para autores como Hong y Anbari (2006), Chakravorty (2009) y Zu et al. (2010), cuando las empresas toman la decisión de implementar la metodología de Seis Sigma, deben estructurar de una manera eficiente su organización, ya que para esto se requiere involucrar a todos los gerentes, líderes, expertos, facilitadores y empleados, quienes deben participar en la planeación estratégica de la empresa, en la búsqueda de problemas u oportunidades de mejora, coordinación de proyectos con el fin de disminuir los desperdicios y aumentar los rendimientos y por ende la satisfacción de los clientes.

Sistema Integrados de Gestión (SIG)

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR, 2005) define un sistema integrado de gestión (SIG) como un "Conjunto formado por la estructura de la organización, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión integrada de los sistemas" (p. 6). Esto hace referencia a la integración de todos los elementos que compone una organización con la finalidad de llevar a cabo la coordinación y la administración eficiente de todos los procesos operacionales. Asimismo, Camisón et al. (2006) lo definen como la unificación de varios sistemas de la organización en uno solo que consolida procedimientos, instrucciones operativas, documentos técnicos y registros que permite de una manera sistemática organizar las tareas de todos los procedimientos dentro de la organización, considerando sus impactos en términos de calidad, medio ambiente, seguridad y salud en el trabajo, así como en cualquier otro ámbito.

Por su parte, Gárciga (2001) afirma que la implementación de un SIG alineado a los estándares internacionales sirve como un medio para satisfacer las demandas de los clientes y mejorar el rendimiento de las empresas. Además, que conlleva a que las organizaciones puedan obtener certificaciones para sus sistemas de gestión según normativas internacionales. Estos sistemas han fomentado la adopción de un lenguaje común para actividades y procesos, aumentando la eficiencia y el control operativo. Asimismo,

han establecido de manera sistemática las necesidades de las partes involucradas y facilitado la entrada a mercados donde su implementación es requerida (Hoyle, 1994; Rocha y Karapetrovic, 2008).

Sistema de Gestión de Calidad (SGC)

Un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) es una herramienta que cuenta con una planeación estratégica eficiente y tiene como propósito apoyar a las organizaciones en ofrecer productos y servicios de calidad que cumplan con las expectativas del cliente. Estos resultados se miden a través de indicadores de satisfacción de los usuarios.

Los Sistemas de Gestión de la Calidad se basan actualmente en la familia de normas de la serie ISO 9000, que incluye:

1. ISO 9000 "Sistemas de gestión de la calidad. Principios y vocabulario": contiene los fundamentos de los SGC, términos y definiciones.
2. ISO 9001 "Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos": incluye los requisitos que debe cumplir un Sistema de Gestión de Calidad.
3. ISO 9004 "Gestión para el éxito sostenido de una organización. Enfoque de gestión de la calidad": brinda directrices para mejorar el desempeño de una organización y garantizar el éxito sostenido.

Además, los Sistemas de Gestión de la Calidad se basan en la norma ISO 9000 y se consideran una herramienta útil de mejora continua para gestionar la satisfacción del cliente (Marcos, 2018).

La norma ISO 9001:2015 es un método para mejorar la calidad de los productos y servicios, así como la satisfacción del cliente, aplicable a organizaciones públicas y privadas de cualquier tamaño o actividad empresarial (ISOToolS Excellence, 2020). La norma ISO 9001:2015 especifica los requisitos fundamentales que una organización debe cumplir para tener un sistema de gestión de la calidad genérico y aplicable a todas las organizaciones. Estos requisitos incluyen la capacidad de regular productos y servicios que satisfagan los requisitos legales y las necesidades del cliente, así como la implementación de un sistema eficiente para la satisfacción del cliente a través de procesos de mejora continua y aseguramiento de la calidad y regulaciones aplicables (ISO 9001, 2015).

Por otro lado, la norma ISO 10006:2017 proporciona directrices para la gestión de la calidad en proyectos. Está dirigida a todo tipo de organizaciones y se aplica tanto a proyectos grandes como pequeños, simples o complejos. Se enfoca en el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) y el pensamiento basado en riesgos. La norma reconoce dos aspectos: los procesos del proyecto gestionados dentro del sistema de gestión del proyecto y la calidad de las salidas del proyecto en forma de productos y servicios (ISO 10006, 2017).

En esta investigación, se tomó como referencia la norma ISO 9001:2015, que se relaciona con los requisitos de los Sistemas de Gestión de Calidad y la ISO 10006:2017 ya que son herramientas que ayudan a las organizaciones a gestionar la calidad de sus productos y servicios, así como a mejorar continuamente para satisfacer las necesidades del cliente. Estas normas proporcionan directrices y requisitos para establecer sistemas de gestión de calidad eficientes y lograr el éxito sostenido de las organizaciones.

Ciclo PHVA

El ciclo PHVA, también conocido como ciclo de mejora continua o ciclo de Deming, "es una metodología utilizada en la gestión de calidad para mejorar los procesos y productos de una organización" (García, Quispe y Ráez, 2003, p.92). PHVA son las iniciales de las etapas que componen el ciclo: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar.

En el contexto de los centros de desarrollo tecnológico, el ciclo PHVA puede ser aplicado para mejorar la eficiencia, calidad y efectividad de los proyectos de investigación y desarrollo. A continuación, se detallan las etapas del ciclo PHVA en este contexto, junto con las responsabilidades de los autores involucrados (ISOTools Excellence, 2015):

- Planificar: en esta etapa, se define el objetivo del proyecto de desarrollo tecnológico, se identifican los recursos necesarios, se establecen los indicadores de rendimiento y se determinan las acciones a seguir. Los investigadores, como responsables del proyecto, deben participar en la elaboración del plan, proponer ideas y establecer metas alcanzables.
- Hacer: en este proceso, se ejecutan las actividades según lo planificado. Los investigadores llevan a cabo la investigación, el desarrollo y la implementación de la tecnología propuesta. Es importante que sigan las pautas establecidas en el plan y registren adecuadamente todas las actividades realizadas.
- Verificar: en esta etapa, se recopilan y analizan los datos obtenidos durante la ejecución del proyecto. Los investigadores deben verificar si los resultados cumplen con los indicadores de rendimiento establecidos. Esto implica revisar y evaluar la calidad de los resultados, compararlos con las metas establecidas y detectar posibles desviaciones o áreas de mejora.
- Actuar: esta etapa hace referencia la toma de acciones correctivas o preventivas basadas en los resultados de la etapa de verificación. Los investigadores deben identificar las áreas de mejora, proponer soluciones y llevar a cabo las acciones necesarias para corregir los problemas detectados. Esto puede incluir ajustes en los procesos de desarrollo, capacitación adicional o modificaciones en la estrategia general del proyecto.

El ciclo PHVA es un enfoque iterativo, lo que significa que una vez que se completa una ronda del ciclo, se vuelve a comenzar para seguir mejorando continuamente (Ruiz y Canela, 2004). Los investigadores desempeñan un papel clave en cada etapa, aportando sus conocimientos y experiencia para asegurar el éxito del proyecto de desarrollo tecnológico.

Es importante destacar que, además de los investigadores, es posible que otras personas o equipos estén involucrados en cada etapa del ciclo PHVA en un centro de desarrollo tecnológico. La colaboración y la comunicación efectiva entre todos los actores son fundamentales para garantizar una mejora continua y un desarrollo exitoso de la tecnología.

Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT)

A nivel mundial, los CDT son considerados instituciones dedicadas a la investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en diversos campos del conocimiento cuya función principal es promover la innovación, fomentar el progreso científico y tecnológico, y contribuir al desarrollo económico y social. Según Aström, Eriksson y Arnold (2008), un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) es una organización que difunde conocimientos obtenidos a través de sus propios procesos de investigación, con el objetivo de que sus clientes los apliquen en sus propias operaciones. Estos centros se presentan como socios estratégicos de las empresas, con el propósito de promover un mayor desarrollo y fortalecimiento de su posición innovadora y competitiva. Por otro lado, Barge-Gil y Mondrego-Rico (2007) consideran que una característica fundamental de un CDT es su dedicación para brindar servicios de innovación y desarrollo tecnológico a empresas y sectores industriales.

Dada la importancia de estos, en Colombia, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) anteriormente llamado Colciencias, los define como "Organizaciones públicas o privadas, dedicadas al desarrollo de proyectos de investigación aplicada, el desarrollo de tecnología propia y actividades de transferencia que responden a necesidades y/o oportunidades de desarrollo social y económico del país, sus regiones y/o ciudades" (Minciencias, 2016, p.4). Estos centros actúan como apoyo y socios estratégicos de las empresas en los diferentes sectores productivos y son manejados en formas jurídicas diferentes (Minciencias, 2016).

Gestión de la calidad en los CDT

Dado el contexto anterior en el que los CDT se desenvuelven dentro de un sistema científico-tecnológico en donde son regulados por estándares de calidad, existen normativas que estos deben cumplir para su funcionamiento integral, como es el caso de las normas ISO 9001: 2015 e ISO 10006:2017, en donde cada una de ellas tienen definidos sus criterios de calidad. En este sentido, estas normas y lineamientos permiten

fortalecer el proceso de autoevaluación interna y mejoramiento continuo de los CDT con lo cual se pretende alcanzar el reconocimiento a nivel nacional por entidades como Colciencias, actualmente Minciencias, e ICONTEC.

En ese sentido, los CDT han adoptado Sistemas de Gestión de la Calidad con la finalidad de mejorar los estándares de excelencia y alcanzar sus objetivos organizacionales. Esto va alineado con la misión de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) la cual es promover el desarrollo de normas internacionales de calidad para la fabricación, comercio y comunicación. Esto facilita el intercambio internacional de bienes y servicios, así como estimula la cooperación en los campos intelectual, científico, tecnológico y humano (Uribe, 2011).

Método

Este estudio se realizó desde un enfoque cualitativo mediante un análisis documental, que permitió contextualizar los procesos, relaciones, diferencias y el estado actual de las prácticas de gestión en el contexto de los CDT; teniendo en cuenta que, estos desempeñan un papel importante en la promoción y desarrollo de ideas y proyectos innovadores.

Se desarrolló una revisión sistemática de las normas internacionales ISO: ISO 9001:2015-Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad, norma ISO 10006:2017-Directrices para la gestión de calidad en proyectos y la guía técnica para el reconocimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT), diseñada por Minciencias, que ofrecen orientaciones sobre aquellos aspectos que los centros deben gestionar con relación a la calidad y el control integral de estos. Asimismo, se consultaron las páginas web de los centros de investigación objeto de estudio, páginas de entes gubernamentales, noticias, artículos en revistas científicas y artículos de periódicos a nivel nacional e internacional que permitieron la categorización y la interpretación de los resultados. Las categorías tenidas en cuenta para este análisis fueron:

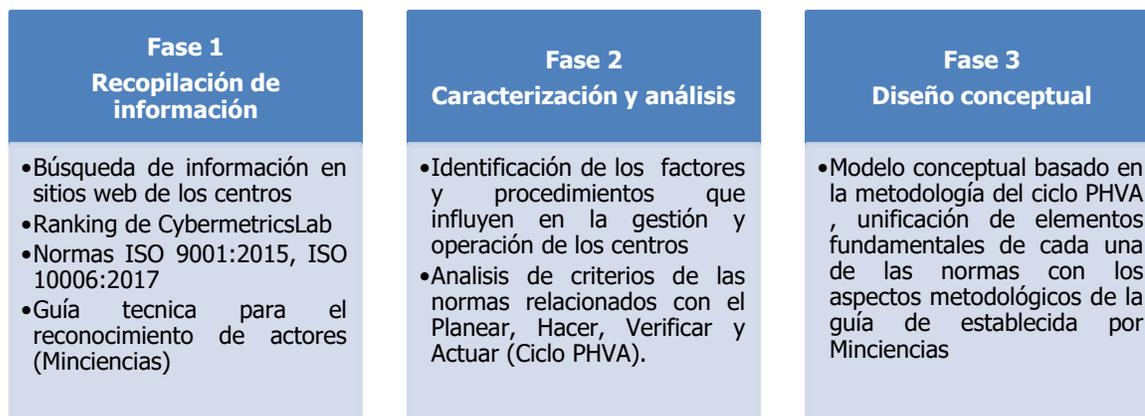
- Gestión de calidad
- Centros de Desarrollo Tecnológico

Teniendo en cuenta que el estudio es de carácter documental, los participantes fueron las normas internacionales ISO: ISO 9001:2015-Requisitos del Sistema de Gestión de Calidad, norma ISO 10006:2017-Directrices para la gestión de calidad en proyectos y la Guía técnica para el reconocimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT). Se localizaron los documentos en bases de datos como Scopus, Redalyc, Scielo, repositorios digitales. Se consultaron libros, artículos científicos y tesis doctorales; complementados por información disponible en las páginas web de los centros de investigación objeto de estudio como: National Institutes of Health, Instituto Nacional de Salud Colombia, Centre National de la Recherche Scientifique CNRS, Instituto de Investigación de Recursos, Biológicos Alexander Von Humbolt, Max Planck

Gesellschaft, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinch, Chinese Academy of Science CAS, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas Colciencias (Minciencias). Para el análisis de la información se utilizaron hojas de cálculo (excel) lo que permitió la organización de la información y la categorización.

Las fases metodológicas que permitieron el análisis y la construcción de los resultados de esta investigación fueron las siguientes:

Figura 1. *Fases metodológicas*



Resultados e interpretación

En el análisis de los estudios teóricos sobre los Centros de Desarrollo Tecnológicos (CDT) nacionales e internacionales se encontró que, según el ranking de *CybermetricsLab* (2019) existen centros de investigación con mayor reconocimiento que debido a su gestión se han posicionado dentro del ecosistema de innovación como referentes en actividades innovadoras. Estos centros se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. *Centros de reconocidos a nivel internacional y nacional*

Centros de investigación internacional	Centros de investigación Nacional (Colombia)
National Institutes of Health	Instituto Nacional de Salud Colombia
Centre National de la RechercheScientifique CNRS	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt
Max Planck Gesellschaft	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinch
Chinese Academy of Science CAS	Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología Francisco José de Caldas Colciencias (Minciencias)

Nota. Tomado de Meneses y Montero (2020).

El reconocimiento de estos centros se basa en la gestión de creación, gestión de sus operaciones y los estándares de calidad implementados en sus procesos. Cada centro se enfoca en un campo de conocimiento diferente: ciencias de la salud, ciencias básicas, ciencias naturales y ciencias de la educación y sus operaciones se rigen según las normas de gestión a la que pertenezca cada uno ellos, esto se soporta en lo definido por *SCImago Institutions Rankings (SIR, 2020)* quien clasifica a las instituciones dedicadas a la investigación académica y tecnológica en distintas de métricas como: desempeño investigativo, innovaciones e impacto y visibilidad en la web (*SCImago, s.f; Revista NUUE, 2020*).

Para el caso de los centros internacionales, se encontró que estos tienen definidos claramente las prácticas de gestión en relación con el cumplimiento de sus funciones misionales, esto se evidenció en la información que cada uno de los centros tiene en sus sitios web. Estos elementos han permitido que se destaquen por su liderazgo científico en la ejecución de proyectos innovadores que benefician a la sociedad en general.

Lo anterior, tiene relación con lo que plantea *Cohen y Levinthal (1990)* y *Zahra y George (2002)* sobre la capacidad dinámica de las organizaciones, específicamente en la capacidad de absorción, la cual permite que las empresas mediante procedimientos y procesos adquieran, incorporen adapten y utilicen el conocimiento para fomentar estructuras organizativas más efectivas. Lo que autores como *De Moya y Chinchilla (2015)* refieren a que capacidad juega un papel fundamental en el desarrollo de procesos de transferencia del conocimiento e innovaciones generados por organizaciones como: universidades, centros de investigación científica (públicos o privados), laboratorios de investigación, lo cual entraría también los Centros de Desarrollo Tecnológicos.

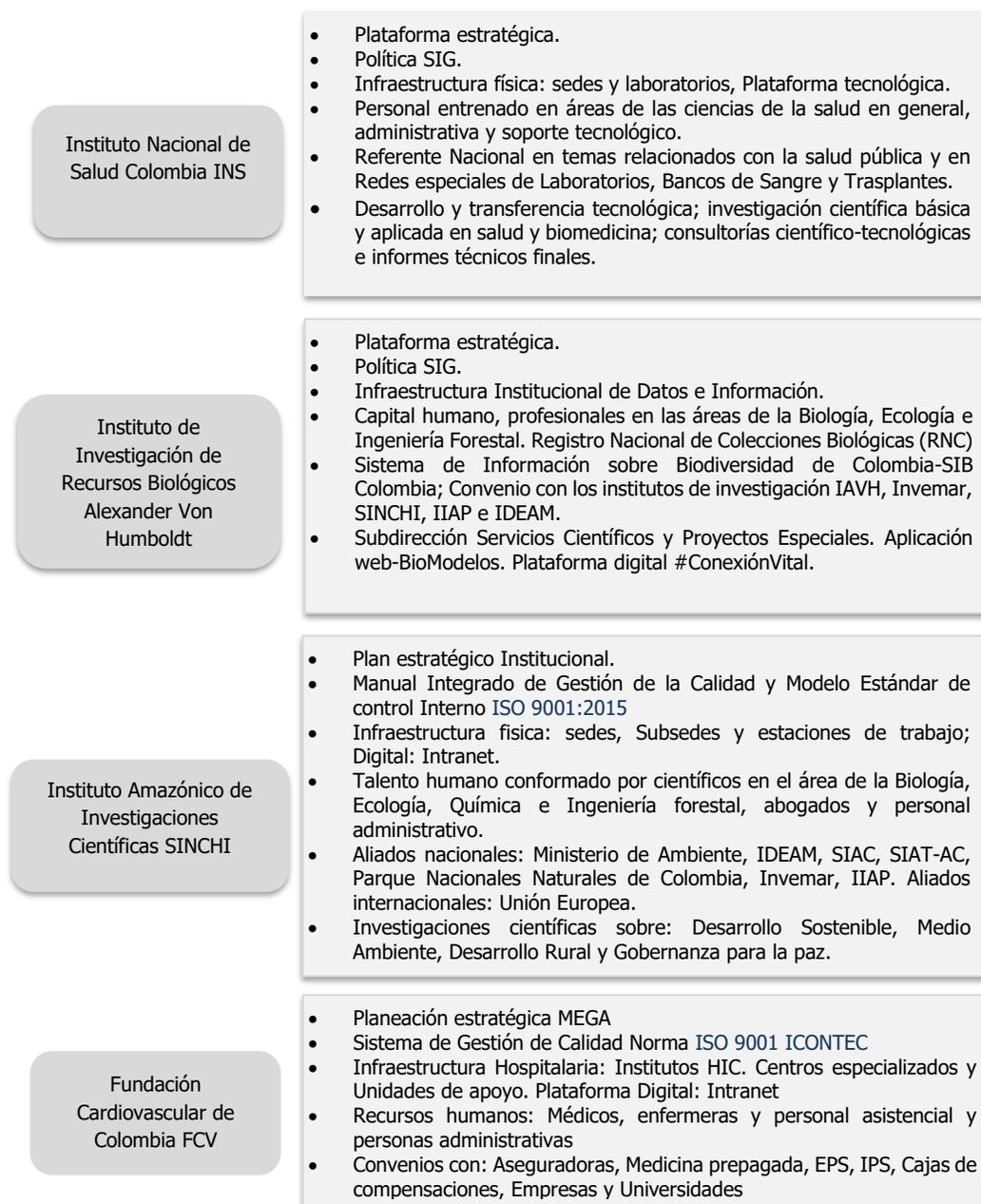
A nivel nacional, en Colombia las organizaciones han adoptado normas internacionales de gestión como la *ISO 9001:2015* que establece los requisitos de un Sistema de Gestión de Calidad SGC y la norma *ISO 10006:2017* que presenta las directrices para la calidad en la gestión de proyectos (*International Organization for Standardization-ISO, 2015, 2017; Incontec, 2015*). En este sentido, algunos autores como *Alzate (2017)*, *Mora-Contreras (2019)* y *Nunhes et al. (2017)* han señalado que estas normas proporcionan a las organizaciones una estructura sólida que posibilitan la implementación de procesos que ayudan a mejorar la competitividad y la viabilidad para enfrentarse a un mercado mucho más globalizado.

En el caso de los centros en Colombia, los CDT son considerados como un ente empresarial que se desenvuelve en un ecosistema científico-tecnológico que deben estar enmarcados precisamente bajo normas que regulen la calidad de sus procesos. Es así como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias) antes llamado Colciencias, establece que estos centros deben contar con una gestión de calidad para el desarrollo de sus proyectos lo que implica, por una parte, la calidad de los procesos tanto

administrativos como operativos y por otra, la calidad del producto final (Meneses y Montero, 2020) para ello, ha determinado una serie de lineamientos para el reconocimiento de los centros como actores del sistema (Minciencias, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, en esta sección se presenta la identificación y caracterización de los principales procesos que se llevan a cabo en la operación y gestión integral de los CDT a nivel nacional.

Figura 1. *Identificación de los procesos operativos y de gestión en los CDT en Colombia*



Nota. Tomado de Meneses y Montero (2020). La información fue analizada según la información encontrada en cada una de las páginas web de los centros objeto de estudio.

De la figura anterior, se puede observar que los centros analizados tienen una planificación estratégica que incluye misión, visión, objetivos institucionales y políticas, lo que les ha posibilitado alcanzar el reconocimiento que poseen en la actualidad. Esto permite inferir que, a través de la implementación de planes estratégicos, han logrado abordar de manera eficaz las oportunidades y desafíos del entorno en el que operan. Asimismo, cuenta con un Sistema Integrado de Calidad (SIC) que les permite gestionar adecuadamente sus procesos. La adopción de criterios de calidad está regulada por instancias internacionales, como la ISO, que es la entidad encargada de establecer estándares para garantizar que las organizaciones ofrezcan productos y servicios de alta calidad.

Con relación a la infraestructura, aprecia que estos centros disponen de instalaciones físicas y tecnológicas, sedes equipadas con tecnología avanzada y personal cualificado en cantidad suficiente para llevar a cabo sus actividades. Además, la financiación de estos centros está vinculada a la naturaleza legal de cada uno; es decir, los de carácter público reciben financiamiento del ente gubernamental que los supervisa, mientras que los centros privados, al ser autónomos, se sustentan con sus propios recursos (Ríos-Hurtado, 2013).

También, dentro de la literatura se logró identificar que estos centros, enfocados en la investigación científica, innovación y transferencia tecnológica, establecen colaboraciones estratégicas en su entorno, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana. Por lo tanto, llevan a cabo análisis internos, auditorías y seguimientos con regularidad para implementar mejoras continuas y progresivas. Esto va alineado a lo expuesto por Ranga y Etkowitz (2015), sobre la innovación y las colaboraciones estratégicas que se dan en el contexto de los "modelos de triple hélice" y las colaboraciones entre universidades, empresas y gobiernos.

En este sentido, Minciencias establece que estos centros deben contar con una gestión de calidad para el desarrollo de sus operaciones, lo que a través de este estudio se evidenció que estos dan cumplimiento a las buenas prácticas de gestión mediante la implementación de políticas de calidad y la planeación estratégica (misión, visión, objetivos, políticas, organigrama). De esta manera, los CDT al ser parte de un Sistema Nacional de Innovación (SIN) que debe cumplir con los criterios para la gestión de su operación que no solo se enfoque en el desarrollo de investigaciones de alto impacto, sino que cuente con una metodología que permita de manera integral establecer la gestión de calidad en todos sus procesos.

Gestión de la calidad en los CDT

En este constructo se analizó la metodología de gestión que utilizan los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) en el desarrollo de sus operaciones a nivel internacional y nacional. Para ambos casos los centros tienen definida de manera clara su gestión operativa, sin embargo, la forma en la que se llevan

a cabo son diferentes ya que depende del lugar y país en el que se encuentre ubicado el CDT. Esto se da debido a que los CDT se encuentran inmersos dentro de un sistema de innovación nacional que según Rivera y caballero (2003) se caracteriza por la presencia de actores específicos y la manera en que colaboran para generar, difundir y aplicar nuevos conocimientos. Además, su naturaleza radica en que sus componentes e interacciones están ubicados dentro de las fronteras de un país o nación.

En este sentido, autores como Pardo-Martínez (2020) señalan que es importante analizar el tipo de centro que las organizaciones y las regiones requieren para lograr el desarrollo económico de un país, ya que depende del contexto del sistema nacional de competitividad e innovación en el que se encuentre inmerso.

Según la información extraída de los sitios web de cada uno de los centros, en el contexto internacional, la gestión varía dependiendo de si es de naturaleza estatal o privada. En el caso de los centros estatales, se rigen por la normativa de su respectivo gobierno, mientras que los privados operan de manera independiente y autónoma, financiándose a través de sus propias actividades. Aunque son supervisados por entidades gubernamentales para garantizar su buen funcionamiento. Por ejemplo, en países europeos como España, los gobiernos optan por compartir la financiación tanto para la construcción como para el funcionamiento de amplias infraestructuras de investigación, lo cual implica contraer compromisos a largo plazo en el contexto de acuerdos internacionales (Ministerio de Ciencia e Innovación, s.f).

Asimismo, en el ámbito internacional, dentro de la literatura estudiada no se encontró explícitamente una norma única que establezca los criterios para ser reconocido en el sistema científico. Sin embargo, Bertero y Serrano (2018) señalan que existen aspectos como la objetividad, transparencia y calidad que permiten evaluar un centro de investigación científico-tecnológico. Estos centros se distinguen por implementar criterios como la planificación estratégica, las relaciones con el entorno, los recursos, los clientes, las actividades de investigación, desarrollo e innovación, entre otros. A pesar de esto, el cumplimiento de estos criterios no ha sido lo que ha contribuido al reconocimiento por parte de las organizaciones encargadas de evaluar el impacto de las investigaciones científicas en la sociedad a través de indicadores.

Según Meneses y Montero (2020), a nivel nacional, los CDT no se rigen por una sola norma de gestión de la calidad, sino que cada uno se adhiere a los criterios establecidos de acuerdo con la naturaleza de su campo de conocimiento. Algunos de ellos basan su operación integral en los lineamientos establecidos por las normas ISO 9001:2015 e ISO 10006:2017, y otros por los criterios de la guía técnica para el reconocimiento de CDT dados por Minciencias. En este análisis se identificó que los CDT que se rigen por las normas ISO dan cumplimiento a los criterios enfocados tanto a la gestión organizacional como a la gestión del producto final; y los que rigen por la Guía técnica de Minciencias se acogen a aspectos relacionados con la misión, visión, Plan estratégico, gobernanza, Relaciones con el medio, entre otros.

Factores asociados a la gestión y operación integral de los CDT

Teniendo en cuenta que, en Colombia Minciencias considera que los CDT deben cumplir con una serie de requisitos para ser reconocidos dentro del sistema de ciencia y tecnología este estudio se enfocó en analizar los factores asociados a la gestión y operación integral de estos.

Figura 1. *Factores asociados a la gestión y operación integral de los CDT*



Nota. Tomado de Meneses y Montero (2020).

En la figura 1, se puede observar que todos los centros en estudio poseen una planificación estratégica que incluye la misión, visión, objetivos institucionales y políticas. Se infiere que esto les ha permitido obtener el reconocimiento que tienen en la actualidad. Esto implica que, mediante la implementación de planes estratégicos, han logrado enfrentar de manera eficiente las oportunidades y amenazas del entorno en el que se desenvuelven. En relación con la política de calidad, cada uno de los centros cuenta con un Sistema Integrado de Calidad que les permite gestionar adecuadamente sus procesos. La implementación de los criterios de calidad está regulada por organismos internacionales, como la ISO, encargada de establecer estándares para que las empresas puedan ofrecer productos y servicios de calidad.

De acuerdo con la información recopiladas en las páginas web, se evidencia en cuanto a infraestructura que estos centros disponen de instalaciones físicas y tecnológicas, con sedes equipadas con tecnología avanzada y personal calificado y suficiente para llevar a cabo sus actividades. Además, los recursos financieros de estos centros dependen de su naturaleza jurídica. En el caso de los centros públicos, su

financiamiento proviene de entidades gubernamentales, mientras que los centros privados, al ser autónomos, se financian con recursos propios.

Además, se pudo identificar que estos centros, cuyo enfoque es la investigación científica, la innovación y la transferencia tecnológica, establecen alianzas estratégicas dentro de un ecosistema que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población colombiana (Minciencias, 2016).

Evaluación crítica

Luego de la revisión de la literatura en la que se consultó autores como: Rincón (2004), Heijs (2001), Martínez (1994), Calvo (2020), Valencia López et al. (2019), Riviera Martínez y Canay Pazos (2019), Araque et al. (2017), Montes Hincapié et al. (2011), Pinzón y Castellanos (2009), De Moya y Chinchilla (2015), entre otros, sobre los Centros de Desarrollo Tecnológicos en los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) y teóricos como Juran (1986), Deming (1989), Crosby (1991), Ishikawa (1994), Peters (2005) entre otros, sobre la gestión de la calidad. Así como el análisis de los documentos: Normas ISO 9001:2015, ISO 10006:2017 y la Guía técnica para el reconocimiento de actores (Minciencias), se presenta en esta sección la evaluación crítica del tema abordado. Se resaltan los aspectos positivos y negativos del mismo, así como la importancia que tiene dentro del ecosistema científico, tecnológico y empresarial.

Teoría	Aspecto positivo/ negativo	Crítica de autores
<p>Sistemas Nacionales de Innovación (SNI):</p> <p>Apoyan la capacidad innovadora de un país (Nuevo conocimiento y transferencia de tecnología a través de los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) (Martínez, 1994; Freeman, 1992; Berger y Revilla, 2006; Calvo, 2020)</p>	<p>Positivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Aúnan esfuerzo colectivo. -Fortalecen el ecosistema científico, tecnológico y empresarial de un país. -Diversidad de actores involucrados. <p>Negativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Incertidumbre política Brechas de desigualdad regional -Desigualdad en la distribución de los recursos 	<p>Los CDT al estar inmersos en los SNI, desarrollan actividades de investigación, innovación y transferencia tecnológica que favorece y mejoran la capacidad técnica y científica de un país, sin embargo, se ve influenciado por los constantes cambios que se puedan dar en el contexto no solo nacional sino también global. Además, de las brechas de desigualdad y oportunidad que se dan en las diferentes regiones del país. Aquí en este contexto juega un rol importante el diseño y la ejecución de las políticas en CTEI.</p>
<p>Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT):</p> <p>Organizaciones especializadas que dinamizan la investigación, transforman, nuevas tecnologías y mejores prácticas que permiten el fortalecimiento de los procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) (Montes Hincapié et al., 2011; Calvo, 2020).</p>	<p>Positivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fomento a la capacidad innovadora. -Socio estratégico del sector empresarial. -Formación del capital humano. <p>Negativo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dificultades financieras. -Falta de incentivos. -Solo trabajan con grandes empresas. 	<p>En Colombia, los CDT son considerados organizaciones especializadas que actúan como apoyo y socios estratégicos de las empresas, donde crean sinergia y conexión para el desarrollo de nuevos productos innovadores. No obstante, enfrentan desafíos y limitaciones que obstaculizan las actividades de investigación y desarrollo, muchas al ser dependientes de los recursos del estado su financiación se ve limitada por lo que afecta su continuidad y estabilidad.</p>
<p>Sistema de Gestión de la calidad en los CDT:</p>	<p>Positivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estandarización de los procesos 	<p>Los CDT, aunque son entes organizaciones que necesitan tener estándares de calidad que garanticen sus procesos pueden que no lleguen a adaptarse a las normativas</p>

<p>Los CDT deben explorar y aplicar herramientas específicas que les permita elevar continuamente los estándares de calidad en los procesos de innovación que estos realizan, para garantizar la competitividad y el éxito en entornos cada vez más dinámicos y exigentes (De Moya y Chinchilla, 2015).</p>	<p>-Optimización de procesos innovadores y resultados -Retroalimentación y mejora continua</p> <p>Negativo: -Adaptación a las normas -Flexibilidad en el cumplimiento de normativas -Involucramiento del personal</p>	<p>tradicionales de la gestión de la calidad debido a la naturaleza de sus operaciones que son altamente creativas. Además, las personas que trabajan en este tipo de organizaciones por su mentalidad creativa puede que también haya resistencia al cambio, sin embargo, esto habría que comprobarse con un trabajo de campo. Sin embargo, en lo que refleja la literatura y el análisis documental, debe adaptarse a la naturaleza particular del CDT nivelando la rigurosidad del sistema con la flexibilidad.</p>
---	---	--

Dado que los CDT se dedican a la investigación, innovación y transferencia tecnológica, deben mantener altos estándares de calidad en todas sus operaciones, tal como lo manifiesta De moya y Chinchilla (2015). Estos autores hacen referencia a una cuestión importante y es sobre las herramientas específicas que deben tener los CDT para elevar los estándares de calidad, en este punto, como autores afirmamos que la gestión de la calidad permite asegurar el éxito y la efectividad de sus actividades como también lo establece la norma Incontec (2015). Para lograr esto, es necesario adoptar enfoques y metodologías que permitan la mejora continua y la eficiencia en todos los aspectos de la gestión.

Uno de los aspectos clave en la gestión de la calidad tiene que ver con la planificación estratégica, para lo cual, los CDT deben establecer una visión clara y definir objetivos institucionales que estén alineados con las necesidades del mercado y de la sociedad. Además, deben contar con una misión sólida que refleje su propósito y valores, esto va aunado con lo que establece Minciencias (2016) en la guía técnica para el reconocimiento de actores. Es por esto que, la implementación de un Sistema Integrado de Calidad es otro aspecto esencial en la gestión de la calidad. Este sistema se basa en normas y estándares reconocidos internacionalmente, como la ISO, que establece criterios para la calidad en productos y servicios (ISOToolS Excellence (2020). No obstante, como lo menciona Pardo-Martínez (2020) es importante tener en cuenta el tipo de CDT, la naturaleza de sus operaciones, ya que depende del contexto del sistema nacional de competitividad e innovación en el que se encuentre inmerso.

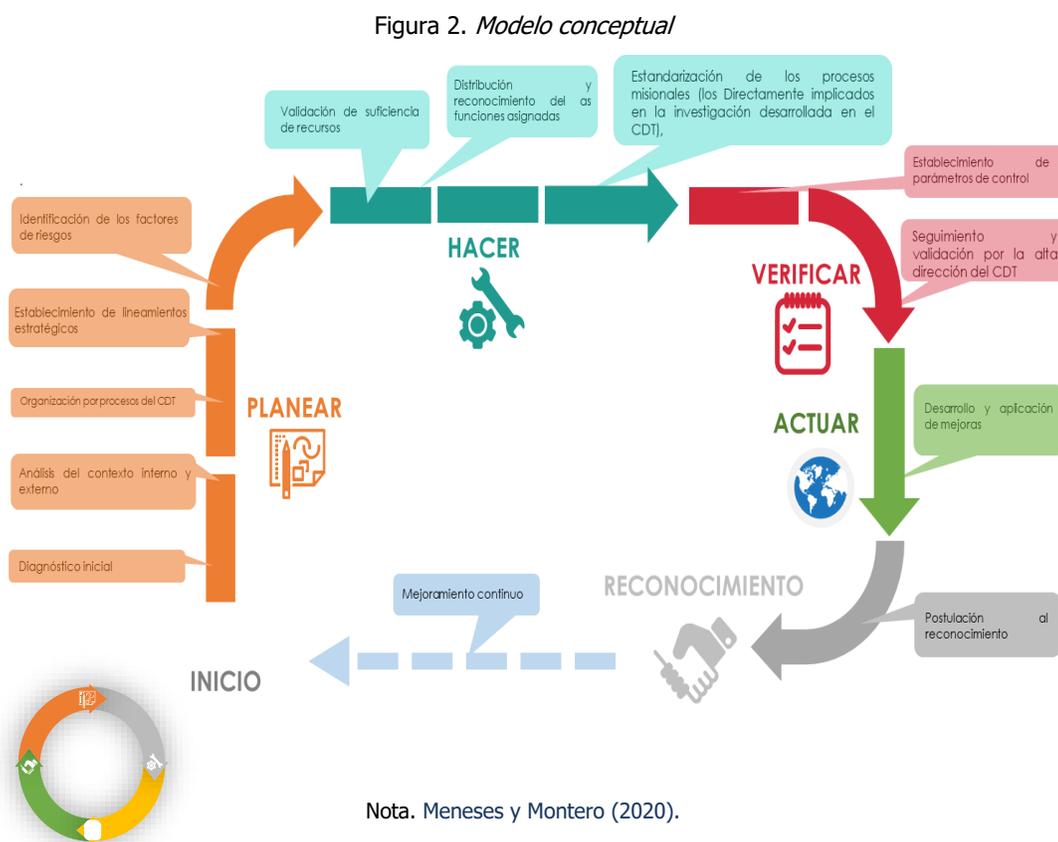
Asimismo, la gestión de la calidad también implica la adecuada gestión de los recursos humanos, financieros y tecnológicos. Los centros deben contar con personal capacitado y competente que esté comprometido con la calidad y la mejora continua. Asimismo, es necesario contar con recursos financieros adecuados para respaldar las actividades de investigación y desarrollo. La infraestructura física y tecnológica también debe estar en consonancia con los estándares de calidad y garantizar un entorno propicio para la innovación y la transferencia de tecnología.

Además, la gestión de la calidad en los Centros de Desarrollo Tecnológicos implica la evaluación y control de los resultados y el desempeño. Se deben establecer indicadores clave de rendimiento para medir el cumplimiento de los objetivos y realizar análisis internos y externos para identificar áreas de mejora y

oportunidades de crecimiento. Esto permite realizar ajustes y tomar acciones correctivas y preventivas para garantizar la calidad en todas las etapas del proceso. Como se evidenció en esta investigación muchos de los CDT no cuentan con una planeación estratégica, estructura organizacional definida ni gestión adecuada para desarrollar sus actividades investigativas, lo que imposibilita el reconocimiento y la mejora integral dentro de la cadena de valor del sistema de ciencia y tecnología. Finalmente, autores como Alzate (2017), Mora-Contreras (2019) y Nunhes et al. (2017) sostienen que la implementación de los sistemas y procesos eficientes, el cumplimiento de los estándares internacionales y la mejora continua en todas las áreas de la gestión proporcionan a las organizaciones una estructura sólida que sirve para el mejoramiento de la competitividad y la viabilidad de los CDT en un mercado mucho más globalizado.

Contribución de autores

Teniendo en cuenta el vacío teórico y la ausencia de una metodología que integre las normas de calidad con los criterios de autoevaluación para el reconocimiento de los actores del sistema de ciencia y tecnología, esta investigación propone un modelo conceptual basado en la metodología del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) que unifica los elementos fundamentales de cada una de las normas con los aspectos metodológicos de la guía de establecida por Minciencias. Este modelo (Figura 2) integra dos aspectos fundamentales: 1) Planeación estratégica que abarca misión, visión y gobernanza y 2) Gestión de la calidad y mejora continua.



Para el desarrollo del planteamiento de criterios integrales a través del ciclo PHVA, detalló cada uno de los estándares exigidos dentro de las normas ISO 9001:2015, ISO 10006:2017 y la guía técnica de autoevaluación para el reconocimiento de CDT, con la finalidad de identificar qué criterios deben cumplir los centros para que de una manera práctica e integral se dé un reconocimiento de la implementación de los estándares internacionales (ISO 9001 e ISO 10006) y nacionales (Guía de autoevaluación), que evidencie una adecuada gestión de la calidad en sus procesos y productos, logrando así el reconocimiento por terceros que avalen el cumplimiento de dichos estándares (Meneses y Montero, 2020).

Este modelo se propone con la finalidad de que cualquier centro interesado en participar en el proceso de reconocimiento encuentren la manera de realizar la autoevaluación con un lenguaje técnico y sencillo que pueda ser comprendido por todos los niveles organizacionales involucrados en este proceso.

Conclusiones

Los Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT) desempeñan un papel fundamental en la difusión del conocimiento y la prestación de servicios de innovación y desarrollo tecnológico para las empresas y los sectores industriales. Estas organizaciones se presentan como socios estratégicos, colaborando estrechamente con las empresas para aplicar el conocimiento adquirido a través de la investigación en sus propias operaciones. Los CDT buscan fortalecer el estatus innovador y competitivo de sus clientes, promoviendo un mayor desarrollo y adopción de tecnologías avanzadas. Al actuar como intermediarios entre la investigación y la industria, los CDT fomentan la transferencia de conocimiento y el avance tecnológico, contribuyendo así al crecimiento económico y al progreso de la sociedad en su conjunto.

En un entorno empresarial cada vez más globalizado y competitivo, los CDT juegan un papel fundamental al facilitar la incorporación de innovaciones y tecnologías de vanguardia, impulsando el crecimiento sostenible y la capacidad de adaptación de las empresas a los desafíos del mercado. En resumen, los Centros de Desarrollo Tecnológico son actores clave en la promoción de la innovación y el desarrollo tecnológico, brindando servicios especializados que impulsan la competitividad y el progreso en el ámbito empresarial. Es por esto que, la gestión de la calidad en los centros de desarrollo tecnológico es fundamental para asegurar el éxito y la eficiencia de sus proyectos y actividades. Una buena gestión de la calidad garantiza que los productos, servicios o soluciones tecnológicas que se desarrollan cumplan con los estándares y requisitos establecidos, satisfaciendo las necesidades y expectativas de los clientes o usuarios finales.

Además, se enfoca en el cliente o los usuarios finales, lo cual permite entender sus necesidades y expectativas y asegurarse de que los productos o servicios tecnológicos desarrollados cumplan con sus requerimientos. Esto implica una comunicación clara y efectiva con los clientes, así como la capacidad de adaptarse a sus cambios y requerimientos a lo largo del proyecto. Finalmente, Es importante que los CDT

cuenten con procesos y metodologías bien definidas y documentadas para el desarrollo de productos tecnológicos. Estos procesos deben incluir etapas de planificación, diseño, implementación, pruebas y control de calidad, entre otras. Además, es recomendable utilizar metodologías ágiles que permitan una respuesta rápida a los cambios y una mejora continua en el desarrollo de los productos tecnológicos.

Financiamiento

El presente estudio no ha recibido ninguna subvención específica de agencias de financiamiento en los sectores público, comercial o sin fines de lucro. Es relevante destacar que este artículo es el resultado de la tesis de maestría titulada "Metodología Para La Gestión De Centros De Desarrollo Tecnológicos (CDT) En Colombia" y ha sido llevado a cabo con recursos propios. En este sentido, no ha habido ninguna influencia externa en términos de financiamiento que haya afectado la integridad de la investigación.

Referencias

- Alvear Sevilla, C. (1998). *Calidad total: Conceptos y herramientas prácticas*. Limusa.
- Alzate-Ibañez, A. M., (2017). ISO 9001:2015 base para la sostenibilidad de las organizaciones en países emergentes. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(80), 576-59. <https://doi.org/10.37960/revista.v22i80.23175>
- Araque Jaimes, D. L., Sánchez Estepa, J. M., & Uribe R, A. F. (2017). Relación entre marketing interno y compromiso organizacional en Centros de Desarrollo Tecnológico colombianos. *Estudios Gerenciales*, 33(142), 95-101. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.12.005>
- Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR]. (2005). *Sistemas de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión*. <http://recaiecuador.com/Descargacursosig/UNE%2066177-2005%20Guia%20para%20integracion%20de%20sistemas.pdf>
- Aström, T., Eriksson, M.L. & Arnold, E. (2008). *International Comparison of Five Institute Systems*. Forsknings-og Innovationsstyrelsen. <https://en.gts-net.dk/wp-content/uploads/2014/04/IntComparison2.pdf>
- Barrios, A. (2018). *Pioneros de la Calidad*. Trabajo presentado en XVIII coloquio internacional de gestión universitaria. Universidad Tecnológica Intercontinental- UTIC. https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/190966/201_00015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barge-Gil, A. y Modrego-Rico, A. (2007). Los centros tecnológicos como instrumentos de intervención pública". En: X. Vence (editor). *Crecimiento y políticas de innovación: nuevas tendencias y experiencias comparadas*. Ed. Pirámide, (241-271). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2473633>
- Berger, M. & Revilla, J. (2006). Do Firms Require an Efficient Innovation System to Develop Innovative Technological Capabilities? Empirical Evidence from Singapore, Malaysia and Thailand. *International Journal of Technology Management*, 36 (1/2/3), 267-285. <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJTM.2006.009972>

- Bertero, M., y Serrano. L. (2018). *La evaluación como elemento clave para el camino hacia la excelencia en los centros de investigación*. Sociedad Española de Bioquímica y Biología molecular. <https://acortar.link/CWKFoI>
- Calvo, C. (2020). "Los Centros Tecnológicos, imprescindibles para dinamizarla I+D+i empresarial". Entrevistado por Grupo Horo. Diario EL MUNDO. https://itg.es/wp-content/uploads/20200227_EntrevistaCarlosCalvoElMundo.pdf
- Camisón, C., Cruz, S., y Gonzalez, T. (2006). *Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson Educación S.A. <https://acortar.link/Dc8Esz>
- Cybermetrics. (2019). *Ranking web of Research Centers*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/los-20-mejores-institutos-de-investigacion-del-mundo>
- Cohen, W. y Levithal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Chakravorty, S. (2009). Programas Seis Sigma: Un modelo de implementación. *International Journal of Production Economics*, 119(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.01.003>
- Chua, C. H., DeFeo, J.A., Gryna, F. M. y Pantoja Magaña, J. (2007). *Método Juran. Análisis y planeación de la calidad*. McGraw Hill. <https://sistemasdecalidad6to.weebly.com/uploads/4/6/5/8/46581171/metodo-juran-an%C3%A1lisis-y-planeaci%C3%B3n-de-la-calidad-juran-5ta.pdf>
- Crosby, B. P (1991). *Calidad sin lagrimas: el arte de administrar sin problemas*. CECSA. https://dama.umh.es/discovery/fulldisplay?docid=alma991000297779706331&context=U&vid=34CVA_UMH:VU1&lang=es
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad*. Ediciones Díaz de Santos <https://books.google.com.pe/books?id=d9WL4BMVHi8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- De Moya, F., y Chinchilla, Z. (2015). Impacto tecnológico de la investigación universitaria iberoamericana. En Barro, S. (Coord.). *La transferencia de I+D, la innovación y el emprendimiento en las universidades* (pp. 84-94). <https://acortar.link/Uk62jX>
- Freeman, C. (1992). Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation, Lundvall. In B, A. (ed.), *National Systems of Innovation*. (pp. 169-187). Pinter. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1gxp7cs>
- Feigenbaum, A. (1991). *Control total de la calidad*. Compañía Editorial Continental. <https://www.iberlibro.com/Control-total-calidad-Feigenbaum-A-V/30952930286/bd>
- García, P., Quispe, A., Ráez, G., & Data, I. (2003). Mejora en la calidad de los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89-94. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81606112>
- Gárciga, M. (2001). Sistemas integrados en pos de la eficiencia. *Revista Normalización*, (3), 25-29.

- Gobierno de México. (2018, 1 de mayo). *Centros de Desarrollo Tecnológico*. <https://www.gob.mx/fira/acciones-y-programas/centros-de-desarrollo-tecnologico>
- Gómez, R. y Barrera, S. (2012). *Seis sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica* [Universidad de la Salle]. Repositorio Unisallista. <http://hdl.handle.net/10567/515>
- González, F. (2003). *Seis SIGMA Para Gerentes y directores (Edición en Español)*. Libros en Red.
- Gupta, P., y Sri, Avri. (2015). *Seis Sigma sin estadística: Enfoque en la búsqueda de las mejoras inmediatas*. [Traducido al español por Rodrigo Carrillo]. Accelper consulting.
- Heijs, J. (2001). *Sistemas Nacionales y Regionales de Innovación y Política Tecnológica: una aproximación teórica* [Documento de trabajo N° 24]. Instituto de análisis industrial y financiero de la Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/6757/1/24-01.pdf>
- Hoon, Y., & Anbari, F. (2006). Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. *Technovation*, 26 (2006), 708–715. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.10.003>
- Hoyle, D. (1994). *ISO 9000 Quality Systems Handbook*. Reed Educational and Professional Publishing Ltda. <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/holye2.pdf>
- Incontec (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. NTC-ISO 9001:2015*. <https://www.icontec.org/rules/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-requisitos/>
- International Organization for Standardization-ISO (2015). *ISO 9001:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad—Requisitos*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- International Organization for Standardization-ISO (2017). *ISO 10006:2017 Gestión de la calidad—Lineamientos para la gestión de calidad en proyectos*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10006:ed-3:v1:en>
- ISOTOOLS Excellence. (2020). *Sistemas de Gestión de Calidad*. <https://www.isotools.org/normas/calidad/>
- Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad*. Ediciones Díaz de Santos.
- Marcos, T. (2018). Renovando la satisfacción del cliente. *La Revista de la Normalización Española*. <https://revista.une.org/2/renovando-la-satisfaccion-del-cliente.html>
- Martínez, E. (1994). Interrelaciones entre la Ciencia, la Tecnología y el Desarrollo. En Martínez, E. (ed). *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Editorial Nueva Sociedad.
- Martínez, F. (2007). Sistema de Gestión de la Calidad basado en ISO 9000:2000 enfocado a empresas de servicios [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. Repositorio digital. <https://www.uv.mx/gestion/files/2013/01/FLORIDETH-MARTINEZ-REYES.pdf>
- McCarty, T., Bremer, M., Bremer, D., & Bremer, L. (2004). *Six sigma black belt handbook* (1ª ed.) Editorial McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071443296>

- Meneses, O., y Montero, C. (2020). *Metodología para la gestión de Centros de Desarrollo Tecnológicos (CDT) en Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Simón Bolívar]. Repositorio Bonga. <https://bonga.unisimon.edu.co/handle/20.500.12442/6685>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [Minciencias]. (2016). *Guía técnica para el reconocimiento de Centros de Desarrollo Tecnológico*. <https://acortar.link/OUHh3a>
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación [Minciencias]. (2016). *Actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. <https://acortar.link/OUHh3a>
- Ministerio de Ciencia e Innovación. (s.f). *Grandes infraestructuras de investigación internacionales*. <https://www.ciencia.gob.es/Organismos-y-Centros/Organismos-e-Infraestructuras-de-Investigacion-Internacionales.html>
- Montes Hincapié., J. M, Muñoz Bolívar, N., Gallego Álzate, J., y Cataño, G. (2011). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva como proceso sistemático para la gestión de la información y la innovación en los Centros de Desarrollo Tecnológico colombianos*. Trabajo presentado en XIV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica. <https://hdl.handle.net/20.500.13048/531>
- Mora-Contreras, R. (2019). Sistemas integrados de gestión de las normas ISO 9001 e ISO 30301 en el contexto notarial colombiano. *Estudios Gerenciales*, 35(151), 203-218. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.151.3248>
- Nunhes, T., Motta Barbosa, L. & de Oliveira, O. (2017). Identification and analysis of the elements and functions integrable in integrated management systems. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3225-3235. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.147>
- Omachonu, V., y Ross, J. (1995). *Principios de la calidad total* [Traducción de Carlos González Ruiz]. Editorial Diana. https://ulatina.metabiblioteca.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=7361&shelfbrowse_itemnumber=12314
- Pandey, A. (2007). Strategically focused training in Six Sigma way: a case study". *Journal of European Industrial Training*, 31(2), 145-162. <https://doi.org/10.1108/03090590710734363>
- Pardo-Martínez, C. (2020, 24 de febrero). La importancia de los centros de innovación en las organizaciones. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/innovacion/la-importancia-de-los-centros-de-investigacion-e-en-las-organizaciones-538410>
- Pepper, M.P.J. & Spedding, T.A. (2010). The evolution of lean Six Sigma". *International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138-155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Peters, T. (2005). *Nuevas organizaciones en tiempos de caos*. Deusto. <https://www.planetadelibros.com/libro-nuevas-organizaciones-en-tiempos-de-caos/5181>
- Pinzón Q., C y Castellanos D., O. (2009). *Análisis de los procesos de gestión del conocimiento en Centros de Desarrollo Tecnológico Agrícola Colombiano y propuesta para su fortalecimiento* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio digital fedepalma. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/74302>

- Ranga, M. & Etzkowitz, E. (2015). Triple Helix systems: an analytical framework for innovation policy and practice in the Knowledge Society. *Industry & higher education*, 27(3), 237–262. <https://doi.org/10.5367/ihe.2013.0165>
- Revista NUUE. (2020, 2 de marzo). *Ranking Centros de investigación internacional*. <https://revistanuve.com/ranking-centros-de-investigacion-internacional/>
- Rincón-Castillo, E. L., (2004). El sistema nacional de innovación: Un análisis teórico-conceptual. *Opción*, 20(45), 94-117. <https://www.redalyc.org/pdf/310/31004507.pdf>
- Rivera-Martínez, W. F., & Canay Pazos, J. R. (2019). Ecosistema de emprendimiento e innovación en Cauca, Colombia. Experiencia desde el Centro de Desarrollo Tecnológico CreaTIC. *Revista Venezolana De Gerencia*, 24(87), 922-937. <https://doi.org/10.37960/revista.v24i87.24645>
- Rivera Ríos, M. & Caballero Hernández, R. (2003). Los sistemas de innovación nacionales y la teoría del desarrollo. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 34(134), 9-31. <https://www.redalyc.org/pdf/118/11825944002.pdf>
- Rocha, M., y Karapetrovic, S. (2008). Creando un sistema integral de gestión. Necesidades de la evolución de ISO 9000 y otros estándares de gestión. *Revista UPIICSA*, 6(46), 8-13. <https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/5379/2/46-2.pdf>
- Ríos-Hurtado, A. (2013). *La financiación de la investigación en Colombia: desafíos y posibilidades*- Ponencia presentada en XII Congreso "La Investigación en la Pontificia Universidad Javeriana". <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15179/Rios.pdf?sequence=1>
- Ruiz, J., y Canela, L. (2004). *La Gestión por Calidad Total en la Empresa Moderna*. Alfaomega Grupo editores S.A. <https://www.marcialpons.es/libros/la-gestion-de-la-calidad-total-en-la-empresa-moderna/9788478975921/>
- SCImago Institutions Rankings. (s.f). *Ranking Methodology*. <https://www.scimagoir.com/methodology.php>
- SCImago Institutions Rankings. (2020). *Rankings*. <https://www.scimagoir.com/rankings.php?year=2014>
- Uribe, M. (2011). *Los sistemas de gestión de la calidad: el enfoque teórico y la aplicación empresarial*. Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Valencia López, O., Soto Hernández, D., & Cruz Meléndez, C. (2019). Centros de desarrollo tecnológico en México: teoría, contextos, innovación e implicaciones. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, (31), 161-180. <https://doi.org/10.35319/lajed.201931350>
- Zahra, S. y George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, re-conceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185-203.
- Zu, X., Robbins, T., & Lawrence, F. (2010). Mapping the critical links between organizational culture and TQM/Six Sigma practices. *International Journal of Production Economics*, 123(1), 86-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.07.009>