

*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada. Toluca, Estado de México. 7223898474*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

ISSN: 2007 – 7890.

Año: III.

Número: 3

Artículo no.13

Período: Febrero-Mayo, 2016

TÍTULO: Tecnología para gestionar la ciencia y la innovación en las universidades.

AUTORES:

1. Dr. Mario Adelfo Batista Zaldívar.

2. Dr. Julio Nolberto Pérez Guerrero.

RESUMEN: La gestión de la ciencia y la innovación en las universidades es importante para satisfacer las demandas tecnológicas de la sociedad; sin embargo, este proceso presenta limitaciones teóricas, metodológicas y prácticas que implican su perfeccionamiento. El objetivo del estudio fue proponer una tecnología de gestión sistémica, flexible, participativa y proactiva para la ciencia y la innovación en las universidades. Se utilizaron los métodos teóricos, empíricos y se desarrolló un estudio de caso único. Los principales resultados fueron la conceptualización del proceso estudiado, la fundamentación de su plataforma teórica y metodológica, y una tecnología para su gestión. La aplicación de la tecnología en una universidad cubana corroboró su efectividad a través del mejoramiento significativo de los resultados en los indicadores evaluados.

PALABRAS CLAVES: Gestión, tecnología de gestión, ciencia, innovación, universidad.

TITLE: Technology to manage science and innovation in universities.

AUTHORS:

1. Dr. Mario Adelfo Batista Zaldívar.
2. Dr. Julio Nolberto Pérez Guerrero.

ABSTRACT: The management of science and innovation in the universities is important to satisfy the technological demands of society; however, this process presents theoretical, methodological and practical limitations that imply their improvement. The objective of the study was to propose a systemic, flexible, participatory and proactive technology of management for science and innovation in the universities. Theoretical and empirical methods were used, and a study of unique case was developed. The main results were the conceptualization of a studied process, the foundation of their theoretical and methodological platform, and a technology for its management. The application of technology in a Cuban university corroborated its effectiveness through significant improvement of results in the evaluated indicators.

KEY WORDS: management, technology of management, science, innovation, university.

INTRODUCCIÓN.

La universidad es una institución social importante por su contribución al desarrollo nacional, territorial y local¹; y para satisfacer las demandas tecnológicas de la sociedad gestiona varios procesos sustantivos de los cuales sobresale la gestión de la ciencia y la innovación por su alcance en la relación que establece la universidad con el entorno.

¹ Núñez, 2006; Núñez, Félix y Pérez, 2006.

El análisis de la literatura en relación con la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades² permitió identificar dos direcciones de interés: la pertinencia e importancia social de este proceso, y los fundamentos sobre los que descansa su gestión. Asociado a la segunda dirección llaman la atención tres elementos: la conceptualización del objeto, los modelos conceptuales de producción de conocimiento, y los métodos y herramientas de gestión.

Referente al primer elemento, la revisión de la bibliografía³ arrojó que existen un sinnúmero de conceptos de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades de carácter global, pero ninguno relacionado específicamente con el área de conocimiento de esta investigación, por lo que existe un vacío en la literatura, y por tanto, no se tienen las directrices fundamentales que identifiquen este proceso y su gestión.

El segundo componente, los modelos conceptuales de producción de conocimiento⁴, es un fenómeno reciente que la universidad ha transpuesto e incorporado a su sistema teórico conceptual⁵ para tratar de explicar sus vínculos con la sociedad a través de los procesos que gestiona.

Así, existen seis modelos de producción de conocimientos que han sido utilizados para “interpretar las trayectorias tecnocientíficas universitarias”⁶ y que han evolucionado desde el modelo lineal de innovación hasta el contexto–céntrico, pasando por los Sistemas Nacionales de Innovación (SNIs), el modo 1 y modo 2 de producción de conocimientos, y el triple hélice.

² Souza, 2002; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Núñez, 2006; Núñez et al., 2006.

³ Arocena y Sutz, 2001; Souza, 2002; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Núñez et al., 2006; Tünnermann, 1996.

⁴ Entendiendo por ellos la base teórica e ideológica que marca el rumbo de determinada escuela u orientación de gestión de la ciencia y la innovación en general.

⁵ Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Gibbons, Limoges, Nowotny, Schartzman y Trow, 1994; Souza, 2002; Núñez et al., 2006.

⁶ Castro, 2007.

Su estudio arrojó que presentan aspectos positivos que deben ser fijados como antecedentes de la investigación y limitaciones, como son que:

- La mayoría de ellos asume un concepto amplio de innovación, y el aprendizaje de los actores como un factor clave de esta, son interdisciplinarios, enfatizan el carácter interdependiente de los procesos innovativos que favorece el trabajo en redes y la formación de alianzas estratégicas.
- Son modelos teóricos generales, conceptuales, que describen los procesos de producción de conocimientos, pero no explicitan un sistema de conocimientos debidamente estructurados y sistematizados que analice y explique teóricamente el sistema universitario, y permita una mayor flexibilidad teórica, metodológica y práctica de la gestión.

En relación con el método de gestión se estudiaron varias experiencias publicadas de diferentes universidades⁷, de cuyo análisis se concluye que:

- Para la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades se emplearon los métodos generales de la ciencia de la dirección, y no se encontraron herramientas metodológicas específicas científicamente avaladas en este campo.
- Las experiencias publicadas consideran y resaltan unos componentes del sistema en detrimento de otros, lo que limita las conclusiones, dada la ausencia de determinadas interacciones y relaciones propias, por lo que no emplean de forma consecuente los principios de la teoría de sistemas.

Del análisis realizado sobre los métodos de investigación teórica aplicables a sistemas de gestión para su perfeccionamiento, tales como la teoría de los sistemas⁸, la teoría de las restricciones⁹, el enfoque de procesos¹⁰, el análisis estructural¹¹, y la teoría general de la

⁷ Argote, 2009; Belloso, Barboza, Salazar y Guerra, 2011; European University, 2009; Fernández, 2008; Valdez [sic] et al., 2008; Zúñiga, 2011; Rubio, 2006.

⁸ Bertalanffy, 1976; Wadsworth, 1997.

⁹ Goldratt y Cox, 1993; Debernardo, 2008; Escalona, 2003; Mora, 2003.

dirección¹², se constató que estos por sí solos son insuficientes para perfeccionar el sistema de gestión estudiado, debido a la gran diversidad de elementos constituyentes y la complejidad de sus interrelaciones funcionales y estructurales, por lo que es necesario integrarlos a partir de las aportaciones esenciales de cada uno de ellos.

Del estudio de los documentos rectores del MES¹³ y la literatura consultada sobre la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades cubanas¹⁴, y en las universidades municipales, se constató que la gestión de este proceso se sustenta teóricamente en un «modelo interactivo», muy atento a las necesidades sociales y altamente comprometido con el desarrollo social¹⁵ y en los métodos de las ciencias de la dirección como instrumentos de gestión, por lo que no se encontró ninguna herramienta metodológica específica para la gestión del proceso estudiado.

La investigación exploratoria realizada para conocer la tendencia del desempeño de las universidades cubanas en gestión de ciencia e innovación, el análisis de la literatura publicada, entrevistas aplicadas a directivos, y la experiencia de los autores corroboró que éstas presentan bajos resultados en los indicadores principales, dígase: publicaciones, proyectos, premios, debido a que son insuficientes las herramientas para la gestión del proceso elaboradas sobre un sistema teórico–conceptual y metodológico, al ser la base del mejoramiento el empleo de las técnicas de gestión generales.

A partir de todo lo anteriormente expresado en relación con la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades, se concluye que i) no se conocen sus propiedades y directrices por no estar conceptualizado este proceso, ii) los modelos de producción de conocimientos son conceptuales, generales, que no explicitan las herramientas metodológicas para la gestión del

¹⁰ Ramírez y García, 2009; Guerra, 2009.

¹¹ Godet, 2000.

¹² (Koontz y Weihrich, 1984; Steiner, 1996; Stoner et al., 1996)

¹³ MES, 2012.

¹⁴ Rubio, 2006.

¹⁵ Núñez et al., 2006.

proceso, iii) no se cuenta con una metodología sistémica que integre los métodos de investigación teórica aplicables para realizar el estudio teórico del sistema de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades (SGCIU), iv) las experiencias internacionales y nacionales existentes documentadas se basan en la teoría general de la dirección, por lo que no se encontraron herramientas metodológicas específicas para ello, y v) las experiencias aplicadas para la gestión de la ciencia y la innovación (GCI) en las universidades presentan limitaciones metodológicas y un insuficiente carácter sistémico, todo lo cual sustenta la contradicción fundamental de la investigación expresada por un lado, en la necesidad de perfeccionar la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades para que estas cumplan con su responsabilidad social en el contexto actual, y por otro lado, los insuficientes fundamentos teóricos y herramientas metodológicas sistémicas y específicas existentes para lograrlo.

Por lo que el problema científico radica en la existencia de insuficientes fundamentos teórico–metodológicos sistémicos y flexibles para el perfeccionamiento del SGCIU, que contribuyan al mejoramiento de sus indicadores de salida.

Para la solución del problema se plantea como objetivo general desarrollar una tecnología de gestión sistémica, flexible, participativa y proactiva para la ciencia y la innovación en las universidades, que permita mejorar sus indicadores de salida.

Método.

Como metodología general para esta investigación se utilizan los paradigmas cuantitativos y cualitativos, aunque con predominio del primero. Para comprender el objeto de estudio en su desarrollo, su historia y su lógica, descubrir las relaciones esenciales y características generales del mismo, determinar generalizaciones, y confirmar formulaciones teóricas y hacer su reproducción simplificada estructural y funcional se utilizaron los principales métodos teóricos

de investigación, a saber: histórico–lógico, análisis y síntesis, inductivo–deductivo, hipotético–deductivo y la modelación.

Considerando que el objeto de estudio es un proceso social complejo con la existencia de un gran número de variables, muchas de ellas fuera del control del investigador, se desarrolló un experimento social, a partir de un estudio de caso único.

Para la recopilación de los datos se utilizaron los instrumentos siguientes: observación científica participante y encubierta, cuestionario, entrevista semiestandarizada, medición y experimento, a partir del consentimiento informado de los entrevistados.

El análisis estadístico se centró en la estadística descriptiva, análisis de tendencias, y el método de las medias móviles para conocer la evolución de los indicadores antes y después de aplicada la tecnología. Se utilizó la *prueba t de student* para constatar que existen diferencias significativas entre las medias de los indicadores en los años 2008–2010, periodo donde se aplicó la tecnología propuesta con respecto a los años 2004–2007. Para la utilización de estos métodos se empleó el SPSS 19.1 (2013).

Muestra.

Para la constatación práctica de la tecnología de gestión se seleccionó la Universidad municipal “Ernesto Guevara” de Calixto García en atención a los criterios siguientes:

- Esta universidad presentaba insuficiencias y limitaciones en la gestión del proceso.
- La gestión del proceso estudiado presenta las mismas insuficiencias y limitaciones teórico–conceptuales y metodológicas presentes en el objeto de estudio.
- Esta universidad cuenta con el apoyo y reconocimiento de las instituciones locales.
- La universidad cuenta con las mínimas condiciones técnico–organizativas necesarias, con gestores competentes, voluntad y compromiso de la dirección, y sus actores poseen una mínima preparación científico–investigativa e innovativa.

- La universidad pertenece al municipio seleccionado por la Universidad de Holguín y aprobado por el Ministerio de Educación Superior (MES) para el proyecto de pilotaje sobre la gestión universitaria de la ciencia y la innovación para el desarrollo local.

En virtud del carácter contextual de la metodología para la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades se realizó su implementación, considerando las particularidades y condiciones técnico–organizativas y funcionales de la universidad de referencia. Para ello se utilizaron varias herramientas de gestión y metodológicas.

En esta investigación se utilizan los principales indicadores que el MES tiene establecidos para evaluar el sistema de ciencia e innovación en las universidades que son: premios, eventos, publicaciones, proyectos, postgrados, y financiamiento, porque proveen un patrón adecuado para evaluar el avance del mismo y permiten establecer niveles de comparación con el resto de las universidades municipales del país.

DESARROLLO.

Bases teóricas de la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades.

En la literatura consultada sobre el objeto de estudio¹⁶ no se encontraron definiciones concretas sobre él, por lo que a partir de un análisis de los conceptos individuales que lo integran, siguiendo el algoritmo de Pérez (2007), se concluye que la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades es un proceso sistémico, dinámico, participativo, creativo, abierto y continuo, consistente en planificar, organizar, ejecutar y controlar la actividad científico–tecnológica e innovativa universitaria, con el objetivo de contribuir a satisfacer las demandas tecnológicas internas y de la sociedad, mediante la utilización de mecanismos funcionales existentes o creados, de métodos operativos, de procedimientos, de la integración de disciplinas, actores y acciones; la formación, desarrollo, participación y cooperación de los

¹⁶ Arocena y Sutz, 2001; Souza, 2002; Etzkowitz y Leydesdorff, 2000; Núñez et al., 2006.

actores implicados (internos y externos) y su dinamización, la innovación organizacional y el empleo de los recursos materiales, financieros, tecnológicos e informacionales con que se cuenta (propios o gestionados) para contribuir al desarrollo, la mejora de la calidad de los procesos universitarios, y a la elevación de la pertinencia social de estas instituciones.

El análisis del concepto muestra que este proceso incorpora la teoría de los sistemas, el enfoque de procesos, y la teoría de la dirección, entre otras. Además, se sustenta en la dinamización y participación de los actores, en las demandas tecnológicas de la sociedad, en la integralidad de disciplinas, actores y acciones, y en la innovación organizacional.

A partir de la década del 50 del siglo XX comenzaron a surgir los modelos conceptuales que intentan captar la producción de conocimientos en vínculo con las universidades¹⁷, los cuales se han transpuesto a la gestión universitaria. Su análisis arrojó que:

- La plataforma teórica que los sustenta constituye un referente valioso para este estudio.
- Son modelos teóricos generales que se limitan a conceptualizar la producción de conocimientos en diferentes contextos y escenarios sociotécnicos, por lo que no explicitan las herramientas metodológicas para aplicarlos y contextualizarlos.

Al analizar algunas experiencias relacionadas con la gestión universitaria¹⁸, se constató que presentan las regularidades siguientes:

- No se encontraron sistemas de dirección desarrollados específicamente para las universidades, pues para su gestión emplean los métodos de la dirección.
- Aunque explicitan el carácter sistémico, la mayor parte de ellas toman en consideración unos componentes del sistema, y otros los obvian, por lo que sus análisis presentan limitaciones por la ausencia de algunas interacciones.

¹⁷ Etzkowitz y Leydesdorft, 2000; Gibbons et al., 1994; Souza, 2002; Núñez et al., 2006.

¹⁸ Argote, 2009; Belloso et al., 2011; European University, 2009; Fernández, 2008; Valdez [sic] et al., 2008; Zúñiga, 2011.

La gestión de la ciencia y la innovación en las universidades cubanas.

En cuanto a la gestión universitaria de ciencia y la innovación en Cuba se constató que en los documentos rectores del MES¹⁹ no se explicita ninguna afiliación expresa a uno de los modelos de producción de conocimientos; sin embargo, el análisis de la praxis de la gestión del proceso muestra que su esencia está en la articulación con el contexto y en atender las demandas integralmente, por lo que se sustenta en un «modelo interactivo»²⁰, el cual se asume en esta investigación.

En la literatura consultada y en los documentos rectores del MES se corroboró que el proceso analizado se realiza mediante: a) proyecciones estratégicas, b) planes y objetivos anuales, y c) otros mecanismos de gestión como proyectos, por lo que no se han desarrollado herramientas específicas para su gestión, lo que muestra un vacío en la literatura en este campo.

El procesamiento y análisis de la información recopilada mediante el estudio de informes y encuestas aplicadas a directivos de más de 20 universidades municipales y Sedes Centrales en el período 2008–2010 arrojó que ellas presentan bajos resultados en los indicadores evaluados, debido a que, entre otras razones, son insuficientes las herramientas metodológicas efectivas para la gestión del proceso.

Del análisis realizado a las experiencias publicadas²¹ se concluye lo siguiente:

- Presentan insuficiente profundidad, integralidad, y alcance.
- El 59 % de las experiencias estudiadas se basan en los métodos de la dirección.
- La gestión dirigida a la empresa está en más del 60 % de las propuestas.
- Al contrastar las variables definidas en el estudio teórico del SGCIU con las presentes en ellas, varias no se consideran, por lo que tienen un insuficiente carácter sistémico.

¹⁹ MES, 2012.

²⁰ Núñez et al., 2006.

²¹ Vento, 2006; Rodríguez, 2006; Taboada y Romillo, 2008.

- No explicitan un modelo conceptual y la plataforma teórica en la que se sustentan.

El análisis de estos trabajos muestra que no se ha tratado como un todo el tema de la gestión universitaria de la ciencia y la innovación en las universidades, desde el estudio teórico del SGCIU hasta la propuesta de una herramienta metodológica para su gestión, lo cual muestra un vacío en el conocimiento en esta área.

Teorías, enfoques y métodos para el estudio de sistemas de gestión.

Del análisis crítico a las principales teorías, enfoques y métodos más empleados para el estudio teórico de sistemas de gestión, se pudo concluir lo siguiente:

- La teoría de los sistemas es una metodología que estudia la realidad y su modelación²², pero no prevé la precisión y descripción de los procesos, no refiere procedimientos para identificar las restricciones ni para establecer las relaciones entre componentes.
- La teoría de las restricciones es una metodología sistémica de gestión y mejora²³, pero no se ha aplicado en la gestión universitaria²⁴. En las universidades cubanas no existe mucha evidencia de su utilización.
- El enfoque de procesos permite conocer las entradas, operaciones, resultados e interrelaciones interfuncionales de los sistemas para su mejoramiento continuo²⁵. En Cuba no existen muchas evidencias de su aplicación al objeto de estudio, aunque se utiliza en la acreditación de carreras, maestrías y doctorados²⁶.

²² Bertalanffy, 1976; Wadsworth, 1997.

²³ Goldratt y Cox, 1993.

²⁴ Mora, 2003.

²⁵ Villa, 2006.

²⁶ Ramírez y García, 2009.

- El análisis estructural tiene como objetivo determinar las principales variables influyentes y dependientes en el funcionamiento del sistema²⁷, que son las esenciales para su conceptualización y perfeccionamiento.
- La teoría de la dirección constituye un sistema de conocimientos integrados por varias disciplinas que se apoyan en la teoría de los sistemas²⁸; no obstante, no es suficiente para abordar el proceso de gestión, según su complejidad.

De lo analizado se puede concluir que ninguna de las teorías, enfoques y métodos por sí sola es suficiente para tratar la gran diversidad de elementos constituyentes de los sistemas y la complejidad de sus interrelaciones funcionales y estructurales.

Síntesis y conceptualización de la tecnología de gestión.

En virtud de que el objeto de estudio es un sistema sociotécnico²⁹, porque está formado por varios componentes que interactúan entre sí, tiene objetivos, toma del entorno información e insumos, y porque entre sus elementos se encuentran las personas, lo social, y la tecnología, se propone una tecnología de gestión para su perfeccionamiento.

La tecnología se sustenta en el método sistémico e integra el enfoque de procesos, la teoría de las restricciones (TOC), el análisis estructural, y la teoría de la dirección. Esta consta de tres fases: modelación y conceptualización del SGCIU, modelación de la gestión del SGCIU, y síntesis de la metodología de gestión, y se caracteriza por ser sistémica, flexible, participativa y proactiva (**Figura 1**).

²⁷ Godet, 2000.

²⁸ Koontz y Weihrich, 1984; Steiner, 1996; Stoner et al., 1996.

²⁹ Baxter y Sommerville, 2011; Mumford, 2000; Chai y Kim, 2012; Ghaffarian, 2011; Patnayakuni y Ruppel, 2010.

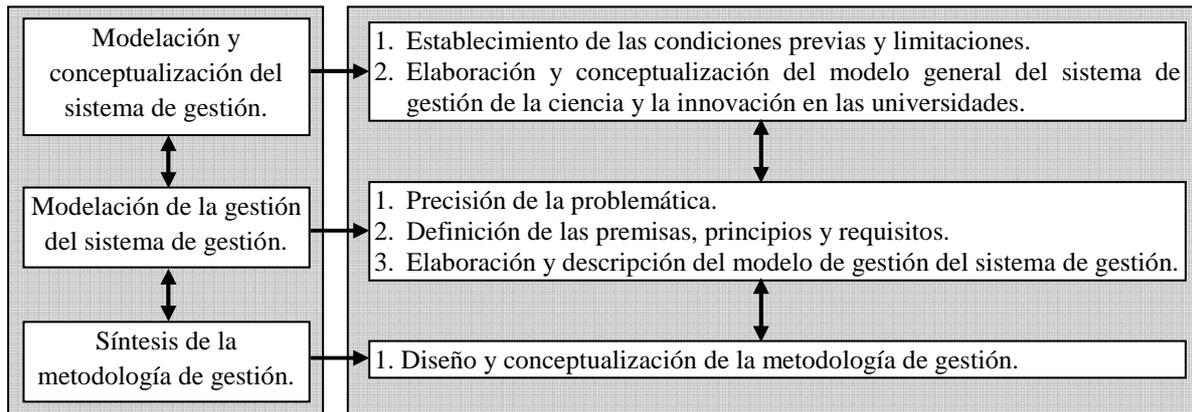


Figura 1. Tecnología de gestión sistémica, flexible, participativa y proactiva para la ciencia y la innovación en las universidades.

En la primera fase se hace un estudio exploratorio de la estructura, funciones, elementos y vínculos del SGCIU para fijar las condiciones previas y las limitaciones del modelo general del SGCIU, que se conceptualiza según la metodología de Spedding (1975) citado por Wadsworth (1997), mejorada con dos pasos: la precisión de los procesos y las restricciones de su funcionamiento.

En la segunda fase se precisan e integran los componentes y particularidades del proceso, y se describen y establecen los flujos en un modelo específico para la gestión. Se precisa la problemática, que incluye las directrices de la gestión, los elementos esenciales del estudio del SGCIU, y las restricciones. Se definen las premisas, principios y requisitos de la gestión, y con ello se modela y describe el proceso en cuanto a lógica, componentes y relaciones.

La última fase se sustenta en la base cognitiva de la teoría de la dirección para sintetizar una herramienta metodológica, y en su conceptualización se describen los elementos que la integran para facilitar su aplicación: nombre de la etapa, objetivos, acciones que se realizan, y método probable que se emplea³⁰.

³⁰ Koontz y Weihrich, 1984; Steiner, 1996; Stoner et al., 1996; Tristá, 2007.

Modelación y conceptualización del SGCIU.

A partir de la información general y específica obtenida sobre el objeto, y luego de establecidas las condiciones previas y limitaciones para su modelación, se sintetizó y conceptualizó el modelo general del SGCIU (**Figura 2**).

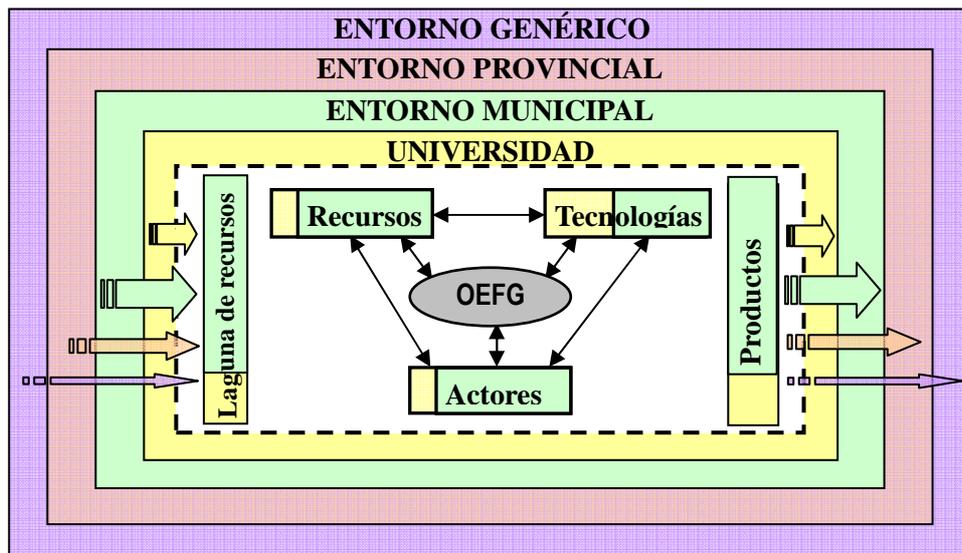


Figura 2. Modelo general del sistema de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades.

▪ Demanda–objetivos–resultados del sistema.

La demanda del SGCIU son los problemas económicos, sociales, culturales, y ambientales que presentan las organizaciones del entorno, que puedan ser solucionados por él. La demanda tiene como variables su estructura, volumen, nivel de complejidad y dinámica. La demanda del entorno se denomina demanda total o potencial, la demanda para la cual se diseña el SGCIU se denomina demanda de diseño, y de ésta la que él puede satisfacer se denomina demanda objetiva. Los objetivos del SGCIU se formulan para satisfacer la demanda objetiva y son un patrón para su evaluación.

- **Límite del sistema.**

Los límites del SGCIU son sus muros virtuales, que incluyen el edificio de la universidad (o parte de él) y las locaciones donde desarrollan sus acciones de forma regular bajo acuerdo.

- **Entorno del sistema.**

El SGCIU posee cuatro niveles de entorno: universidad, municipal, provincial y genérico (nacional e internacional). En el primero es donde el sistema se desarrolla dentro de sus límites.

El entorno municipal define la demanda y provee al SGCIU de una parte esencial de los recursos. Los dos últimos realizan influencia de forma indirecta. El entorno tiene tres variables: el ambiente para la ciencia e innovación, la capacidad de recursos estructurales, funcionales y físicos, y la capacidad cognoscitiva y volitiva en ciencia e innovación.

El análisis PEST realizado³¹ reveló que el entorno del sistema es dinámico y con alto grado de incertidumbre, dada su complejidad, las limitadas facultades de la universidad para legislar y tomar decisiones de peso, y la dinámica de las transformaciones económicas y sociales que repercuten en él.

- **Componentes del sistema.**

- **Recursos físicos.**

Este componente, que incluye la infraestructura y los recursos materiales -tecnológicos tangibles de apoyo, que no intervienen directamente en el proceso, y financieros, tiene como misión asegurar desde el punto de vista logístico el funcionamiento del sistema. Su origen está en el inventario de los recursos propios del SGCIU y los del entorno, por lo que el sistema debe tener la capacidad de localizarlos y utilizarlos. Este tiene como variables: la infraestructura, los recursos tecnológicos de apoyo, los financieros e insumos.

³¹ Johnson y Scholes, 2004.

- Tecnologías.

El componente tecnologías incluye tanto las tangibles, que intervienen de forma directa en el proceso y determinan su cualidad (computadoras, equipos de laboratorios, etc.) como las intangibles; los conocimientos técnicos organizados y sistematizados que permiten efectuar de forma efectiva la gestión del SGCIU. Su inventario se hace en función de la cantidad, la variedad, la calidad, el estado técnico, el grado de actualización, y la disponibilidad real de ellas en el entorno, de lo cual dependen los resultados del sistema de gestión. Este componente posee dos variables: tecnologías tangibles y las intangibles.

- Actores.

El componente actores, agentes de transformación, tiene el fin de asegurar la participación voluntaria, activa y consciente de las personas con suficientes capacidades cognitivas y de gestión para desarrollar y dirigir el proceso. Los actores implicados son los profesores, trabajadores, estudiantes de pregrado y postgrado, y otros actores vinculados al proceso investigativo no contratados, los cuales son insuficientes.

Para valorar su influencia en el SGCIU se toman tres dimensiones: la dinamización de los actores (capacitación, sensibilización, implicación, y comunicación), la aptitud de los actores (voluntad y conciencia), y la competencias de los actores (saber y poder hacer). Estas se pueden sintetizar en la variable capacidad cognitiva y volitiva de los actores.

- Órganos estructurales y funcionales de gestión.

Este componente representa el modo en que el SGCIU organiza su gestión, por lo que es el núcleo responsable de la transformación, y tiene el fin proveer al sistema de los “espacios” y el marco legal necesarios para gestionar la ciencia y la innovación.

Bajo un ambiente de restricciones legales, materiales y financieras para crear estructuras formales de gestión, el SGCIU precisa hacer su gestión mediante mecanismos funcionales, a saber: comisiones, grupos *ad hoc*, programas, líneas de investigación, y proyectos. Este

componente tiene tres variables: tipos de órganos estructurales y funcionales existentes, la calidad de los procesos de gestión, y la calidad y pertinencia de los resultados que se obtienen.

▪ **Procesos e interacciones esenciales.**

Los procesos del SGCIU son: el principal: gestión de la ciencia y la innovación; los de segundo orden: gestión de actores, de tecnologías y de recursos físicos, y los procesos estratégicos de dirección general; los de apoyo: servicios técnicos, informáticos, y de seguridad y protección; y los sustantivos: formación y extensión.

Con el propósito de tener un juicio de valor de las interacciones del SGCIU, debido a las relaciones de sus componentes y así ponderar su influencia en él, se realizó un análisis estructural³², empleando las 19 variables obtenidas de su análisis teórico, y con ello se determinaron las variables de mayor motricidad y las de mayor dependencia para el desarrollo del SGCIU, cada una de ellas con varias dimensiones e indicadores, lo que denota que el sistema de gestión es sociotécnico, complejo, abierto y dinámico.

▪ **Entradas del sistema.**

Según los análisis precedentes, el SGCIU tiene por entradas que ingresan a la “laguna” de recursos, las demandas tecnológicas, los recursos físicos, los recursos tecnológicos específicos para la actividad de ciencia e innovación y los actores. El diagnóstico de recursos y demandas del entorno y su precisión en cuanto a su posible entrada, es una tarea de partida para objetivizar la gestión.

▪ **Salidas del sistema.**

Los productos finales del SGCIU son: resultados científicos arbitrados, proyectos terminados, premios, eventos, publicaciones, patentes, derechos de autor, financiamiento e impactos científicos, innovativos, ambientales, económicos y sociales certificados.

³² Godet, 2000.

En esta investigación se utilizan los principales indicadores que el MES tiene establecidos para evaluar el SGCIU: premios, eventos, publicaciones, proyectos, postgrados y financiamiento, porque proveen un patrón correcto para evaluar su avance y permiten establecer niveles de comparación con el resto de las universidades.

Modelación del sistema de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades.

Una vez definidas las directrices de la gestión del proceso estudiado, los elementos esenciales que emergieron del estudio teórico del SGCIU y las restricciones que limitan su funcionamiento, unido a la precisión de las premisas, principios y requisitos permitió sintetizar el modelo de gestión del sistema (**figura 3**), el cual está compuesto por: a) las entradas: demandas, recursos del entorno disponibles, las premisas, y otros factores externos, b) las salidas en forma de resultados concretos terminados entregados al entorno y otras no deseadas, donde algunas de ellas pueden reingresar al sistema de gestión, c) los recursos propios de todo tipo disponibles en la laguna de recursos, d) el núcleo dinamizador y promotor de la gestión, e) el ciclo de componentes específicos de la gestión, y f) los componentes reguladores y orientadores para la gestión.

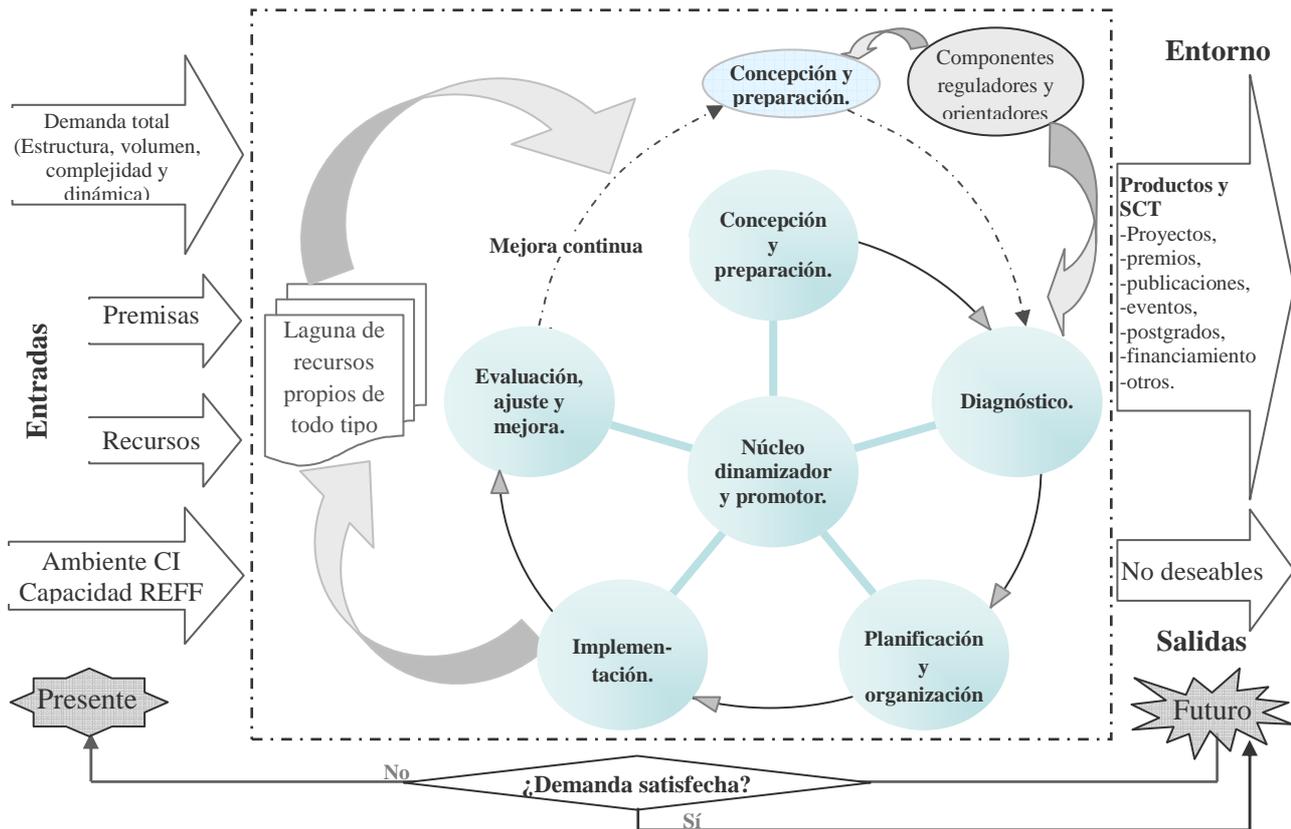


Figura 3. Modelo del sistema de gestión de ciencia e innovación en las universidades.

El núcleo dinamizador y promotor de la gestión es la estructura responsabilizada con la coordinación del SGCIU, la que concibe el proceso, crea mecanismos para su funcionamiento, monitoreo, control y evaluación, y para su mejora continua. Los componentes del ciclo de gestión son: concepción y preparación, diagnóstico, planificación y organización, implementación, y evaluación, ajuste y mejora. Los elementos reguladores y orientadores son las restricciones, principios y requisitos.

La integración e interconexión armónica e imprescindible de los componentes del SGCIU, para obtener un fin, le da su carácter sistémico, y la conformación de actividades concatenadas con las entradas y salidas el enfoque de procesos. Lo proactivo se sustenta en la anticipación de los problemas por el SGCIU, mediante un estudio y una vigilancia sistemática del entorno, y lo flexible por su posibilidad de adaptarse y cambiar para mejorar los procesos. El carácter

participativo está en la capacidad de autogestión y participación real de los actores en los procesos.

La sucesión de las etapas, siguiendo un espiral, muestra la tendencia al desarrollo, a la mejora, a partir de una constante evaluación, ajuste y mejora del proceso.

Síntesis de la metodología de gestión.

La metodología está integrada por siete fases: a) concepción y preparación general del proceso, b) caracterización del entorno del sistema, c) precisión y objetivización de la capacidad del sistema, d) diseño de los elementos de planificación, e) diseño y creación de los elementos organizativos, f) implementación, y g) evaluación, ajuste y mejora (**Figura 3**). En cada una de ellas hay que ejecutar varias etapas.

Fase I. Se crea el Grupo Gestor (GG), se precisan los objetivos, alcance, principios, requisitos y restricciones que regirán el proceso, se precisan y (o) crean las condiciones materiales, cognitivas, volitivas y organizativas mínimas necesarias, se capacitan los integrantes del Consejo Científico (CC) y el Consejo de Dirección (CD) o estructuras similares, y se realizan actividades de divulgación y capacitación a los actores claves.

Fase II. Se seleccionan las organizaciones del territorio que se priorizarán, se identifican las fuentes de información y los informantes claves, se elaboran los instrumentos que se utilizarán, se crean las condiciones materiales, organizativas y humanas necesarias, y se elaboran los informes correspondientes.

Fase III. Es donde se evalúa la capacidad que tiene el SGCIU para atender las demandas del entorno. Se procede de forma similar a la fase anterior. Al finalizar se tienen los inventarios de recursos de todo tipo que posee la universidad para la gestión.

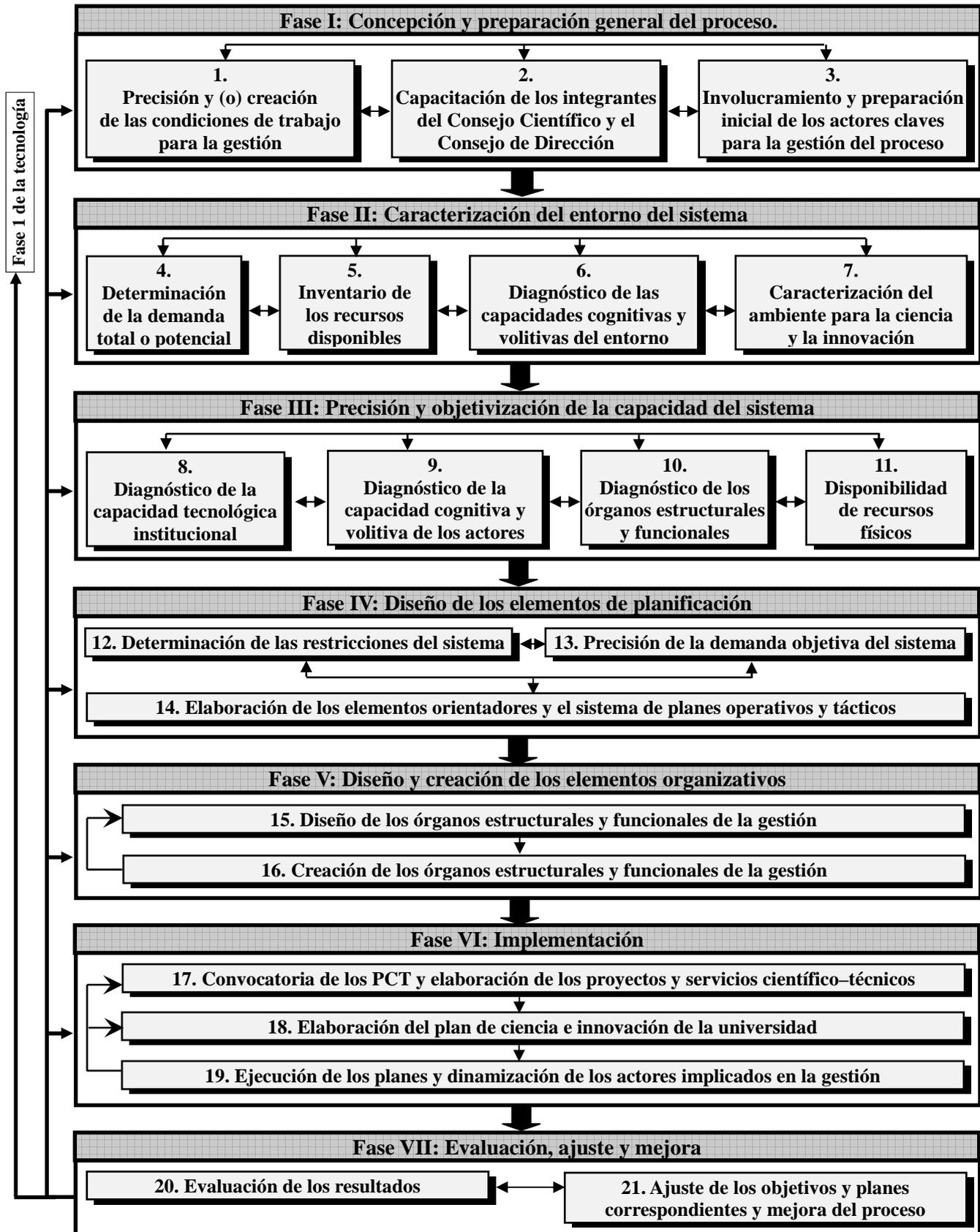


Figura 3. Metodología para la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades.

Fase IV. Es donde se planifican las acciones que se desarrollarán. Se determinan las restricciones que limitan el funcionamiento del SGCIU, se priorizan, objetivizan y jerarquizan las demandas, y se elaboran la misión, visión, objetivos estratégicos, políticas de actuación, prioridades, programas científico-técnicos (PCT), y los objetivos y planes anuales para la gestión.

Fase V. Se diseña el sistema de mecanismos y órganos de gestión: áreas y grupos de investigación, estructuras dinamizadoras, etc., y las direcciones facultadas a los diferentes niveles le dan cuerpo legal y los ponen en funcionamiento mediante las resoluciones de creación con objetivos y funciones, designación del personal y locales, apoyo logístico, etc.

Fase VI. Se convocan los Programas Científico-Técnicos (PCT) y se elaboran los proyectos de I+D+i, innovación, gestión, y los servicios científico-técnicos. Se ejecutan las acciones planificadas, mientras que los órganos de dinamización exigen y evalúan el cumplimiento de los planes, y capacitan y asesoran a los actores.

Fase VII. Tiene como objetivo evaluar, cuantitativa y cualitativamente, los resultados, detectar las desviaciones, y realizar los cambios o ajustes necesarios.

Discusión de los resultados.

Para la validación teórica y metodológica se triangularon las técnicas cualitativas: grupo focal, entrevista en profundidad y observación científica participante, y a través de ellas se recopilaron criterios de directivos y especialistas sobre la validez de la tecnología de gestión propuesta. A partir de la información obtenida se pudo constatar que la tecnología de gestión consideró los principales fundamentos teóricos del proceso estudiado y los componentes y variables del SGCIU, y de lo anterior, que ella puede solucionar el problema planteado.

Para validar la tecnología de gestión, dado la naturaleza social del SGCIU, se diseñó un experimento social³³ mediante un estudio de caso único³⁴, para lo cual se analizaron varias propuestas metodológicas³⁵, y a partir de las particularidades del objeto y el objetivo del estudio, se definieron los pasos del experimento y se procedió a su diseño.

Para ello se a) definió el problema, objetivo e hipótesis, b) se precisó el sistema de variables³⁶, c) se seleccionó el caso de estudio y los métodos e instrumentos para recopilar los datos, d) se seleccionó el diseño, y se planificó y organizó la experiencia, e) se hizo el bosquejo del análisis estadístico, f) se implementó la propuesta en el caso de estudio, g) se hizo el análisis de los datos e interpretación de los resultados, y h) se arribó a conclusiones.

Evaluación de los resultados del experimento.

En cuanto a los indicadores de salida del SGCIU se realizó un análisis de tendencia de su comportamiento en el período 2004–2010 y sus respectivas medias móviles para tres años (**Figura 4**). Como se observa, ambas curvas demuestran que los seis indicadores crecen sostenidamente y de forma más pronunciada en el período 2008–2010, en el cual se implementó la tecnología, que en el 2004–2007, donde no se aplicó.

Para demostrar que los crecimientos en los indicadores evaluados antes señalados no dependen del posible incremento de los profesores, se determinaron los índices de estos por profesor en el período 2004–2010 y se graficaron mediante un calidograma, el cual corrobora que estos presentan un incremento sostenido en sus índices.

Para evaluar la dinámica de los cambios, se hizo un análisis vectorial con los índices de los

³³ Hernández, 2003; Córdova, 2005.

³⁴ Rodríguez, Gil y García, 2002.

³⁵ Montgomery, 2001; Hernández, 2003.

³⁶ Para reducir el efecto o influencia de las variables no controlables en el experimento se realizaron varias acciones de control, a saber: se diagnosticó la capacidad volitiva de los actores y la estructura, volumen, complejidad y dinámica de las demandas, se elaboró y aplicó una estrategia de comunicación, se capacitaron los actores, entre otras.

indicadores en el periodo analizado. El examen de los vectores de velocidad resultantes constató que la velocidad con que aumentaron los índices de los indicadores evaluados en el periodo 2008–2010 fue superior a la del periodo 2004–2007, lo cual corrobora que en los últimos tres años, donde la tecnología de gestión se aplicó, los indicadores mejoraron de forma más significativa con respecto a los años anteriores.

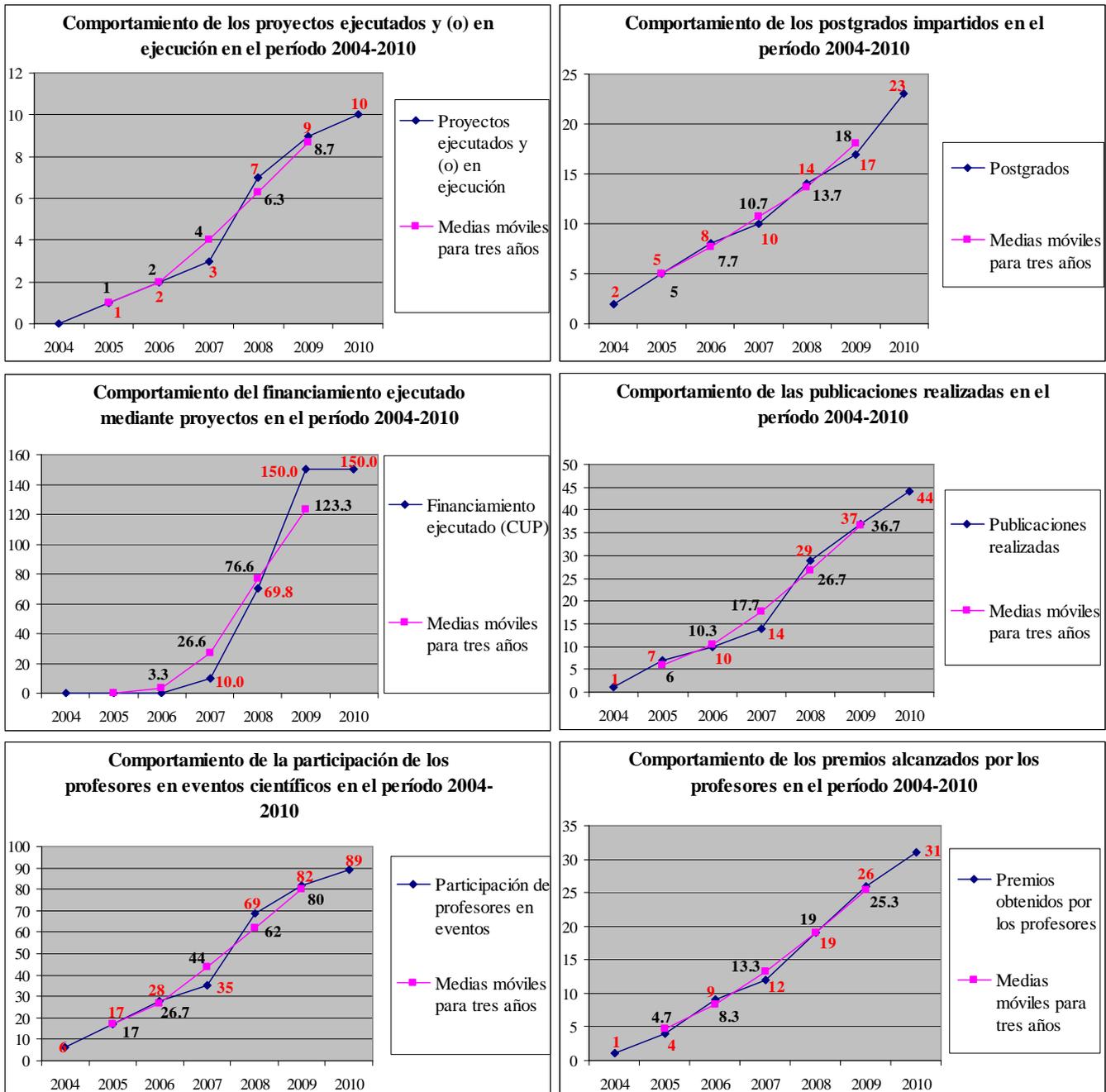


Figura 4. Comportamiento de los indicadores de salida del sistema de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades seleccionados en el periodo 2004–2010.

Para constatar la afirmación anterior, se compararon las medias de los indicadores entre los años 2004–2007 y 2008–2010 utilizando la Prueba T. Los valores del nivel de significación obtenidos son menores que 0,05; por lo que se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medias de los indicadores en los años 2008–2010 con respecto a los años 2004–2007; esto confirma, con un nivel de confianza del 95%, que la tecnología de gestión aplicada contribuyó al mejoramiento de los indicadores de salida del sistema de gestión de la ciencia y la innovación en las universidades.

A través de la comparación de la tendencia del comportamiento de los índices de los indicadores por profesor de la universidad estudiada y las demás adscritas a la Universidad de Holguín, se corroboró que los resultados, en la mayoría de los indicadores, son mayores en la universidad municipal objeto de estudio que en las otras universidades y que ellas no mantuvieron una tendencia positiva de los mismos.

Esto permite concluir que el proceso gestionado con la tecnología, por término medio, muestra mejores y sostenidos resultados de sus indicadores de salida en el periodo evaluado, por lo que como las demás universidades no aplicaron la tecnología de gestión propuesta, se concluye que no disponer de esta herramienta influyó en sus resultados globales.

CONCLUSIONES.

El trabajo presenta las siguientes conclusiones:

1. En el estudio de la bibliografía y el objeto no se encontró una tecnología donde se sistematizara el conocimiento existente para la gestión universitaria de la ciencia y la innovación, que permita analizar, conceptualizar y perfeccionar este proceso y considere su carácter sistémico, flexible, participativo y proactivo.
2. Se corroboró la importancia estratégica de fortalecer la gestión de la ciencia y la innovación en las universidades en el contexto actual; sin embargo, el análisis de los resultados mostró que

estos eran pobres, motivado por, entre otros factores, la inexistencia de una tecnología para su gestión, lo que corrobora la importancia y necesidad de disponer de estas herramientas para adaptarse a los cambios del entorno y lograr efectividad en su gestión.

3. La tecnología de gestión propuesta constituye un novedoso método para realizar el análisis teórico del SGCIU y la síntesis de su metodología de gestión, pues integra, sustentada en la teoría de los sistemas, un conjunto de teorías, enfoques y métodos asociados a la gestión de estos sistemas, a saber: enfoque de procesos, teoría de las restricciones, análisis estructural y teoría de la dirección.

4. La modelación del SGCIU permitió su conceptualización y reveló sus componentes, su naturaleza sociotécnica, compleja, dinámica y abierta; el carácter dinámico, complejo y poco predecible de su entorno y sus restricciones, y con ello elaborar el modelo de gestión del SGCIU que se sustenta en la mejora continua, y se dinamiza con los componentes reguladores y orientadores para la gestión, a partir del cual se sintetiza la metodología.

5. La metodología sintetizada para la gestión del SGCIU constituye una guía para el trabajo práctico concreto a la medida de las necesidades del sistema a transformar, pues integra sus particularidades definidas en los estudios teóricos precedentes, y resume en siete fases secuenciales e interactivas un sistema de acciones acorde con las características y condiciones técnico-organizativas y funcionales de las universidades, lo cual facilita su aplicabilidad.

6. Los resultados de la aplicación de la tecnología de gestión en la universidad seleccionada mostró un incremento significativo en los indicadores evaluados en el período 2008-2010 con respecto a la etapa precedente, lo que demuestra la efectividad de la misma y permitió constatar su capacidad real para mejorar los indicadores de salida del SGCIU y su factibilidad y conveniente utilización como instrumento metodológico para perfeccionarlo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Argote Mejía, M. L. (2009): Modelo innovador y prospectivo de gestión de la información académica para la toma de decisiones en la UMSS. (Tesis inédita de maestría). Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia, p.144.
2. Arocena, R. y Sutz, J. (2001): La Universidad Latinoamericana del Futuro. Tendencias, escenarios y alternativas. México: Colección UDUAL, p.220.
3. Baxter, G. y Sommerville, I. (2011): Socio-technical systems: From design methods to systems engineering. *Interacting with Computers*, 23(1), pp.4-17.
4. Beloso Vargas, O.; Barboza, J.; Salazar, L. y Guerra, J. (2011): Prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de los institutos y colegios universitarios. Caso: CUNIBE al año 2022. Venezuela: Colegio Universitario Dr. Rafael Beloso Chacín.
5. Bertalanffy, L. (1976): Teoría General de los Sistemas. Madrid-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, p.311.
6. Castro Sánchez, F. (2007): Universidad, innovación y sociedad: los procesos globales y la experiencia cubana. (Tesis inédita de doctorado). CEDE, Universidad de Matanzas, Cuba, p.154.
7. Chai, S. y Kim, M. (2012): A socio-technical approach to knowledge contribution behavior: An empirical investigation of social networking sites users. *International Journal of Information Management*, 32(2), pp.118-126.
8. Córdova Martínez, C. A. (2005): Consideraciones sobre Metodología de la investigación. Cuba: Universidad de Holguín, p.28.
9. Debernardo, H. (2008): ¿Qué es la Teoría de las Restricciones (TOC)? Soluciones tecnológicas para empresas. España: CIMATIC.
10. Escalona Moreno, I. (2003): Mejora continua en la teoría de las restricciones. Venezuela: GestioPolis.com. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/>.

11. Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000): The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, Vol. 29, No. 2-3, pp. 109–123.
12. European University. (2009): Reflexiones sobre el modelo de gobierno de la universidad en España. Bruselas, Bélgica, p.7.
13. Fernández Jeri, L. (2008): Análisis de la gestión universitaria en la universidad pública peruana. VIII Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur, Paraguay, p.17.
14. Ghaffarian, V. (2011): The new stream of socio-technical approach and main stream information systems research. *Procedia Computer Science*, 3, pp.1499-1511.
15. Gibbons, M.; Limoges, C.; Nowotny, S.; Schartzman y Trow, M. (1994): The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies.
16. Godet, M. (2000): La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. 4^{ta} Edición. España: Ed. Gerpa. Instituto Europeo de Prospectiva y Estrategia. Cuaderno 5. p.139.
17. Goldratt, E. M. y Cox, J. (1993): La Meta. Un proceso de mejora continua. 2^{da} Edición. México: Ed. Castillo, p.408.
18. Guerra Bretaña, R. M. (2009): Ventajas y limitaciones de la implantación de la NC-ISO 9001 en la universidad. VII Taller de Calidad de la Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, p.15.
19. Hernández Sampieri, R. (2003): Metodología de la investigación. Tomo I. La Habana: Ed. Félix Varela, p.241.
20. Johnson, G. y Scholes, K. (2004): Dirección estratégica. (Capítulo 3. Análisis estratégico: Análisis del entorno). Madrid, España: Prentice Hall, pp.85–127.
21. Koontz, H. y H, Weihrich. (1984): Administración. Estados Unidos: McGraw Hill.

22. Ministerio de Educación Superior (MES). (2012): Objetivos de trabajo para el año 2013 y hasta el 2016. La Habana, p.92.
23. Montgomery, D. C. (2001): Design and analysis of experiments. 5^{ta} Edición. Estados Unidos: Ed. John Wiley & Sons, p.699.
24. Mora Vanegas, C. (2003): Sobre la Teoría de las Restricciones. Venezuela: GestioPolis.com. Recuperado de:
<http://www.gestiopolis.com/canales/economia/articulos/63/sobteorst.htm>
25. Mumford, E. (2000): A Socio-Technical Approach to Systems Design. Requirements Engineering, 5(2), pp.125-133.
26. Núñez Jover, J. (2006): Postgrado, gestión del conocimiento y desarrollo social: nuevas oportunidades. Revista Cubana de Educación Superior, Vol. 26, No. 3, 2006, pp.74–86.
27. Núñez Jover, J.; Félix Montalvo, L. y Pérez Ones, I. (2006): Universidad, conocimiento y desarrollo local (basado en el conocimiento). En: Guzón Camporredondo, A. (Ed.), Desarrollo local en Cuba. Retos y perspectivas. La Habana: Ed. Academia, pp.205–219.
28. Patnayakuni, R. y Ruppel, C. P. (2010): A socio-technical approach to improving the systems development process. Information Systems Frontiers, 12(2), pp.219-234.
29. Pérez Campdesuñer, R. (2007): Modelo y procedimiento para la gestión del destino turístico holguinero. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Holguín, Holguín, p.200.
30. Ramírez García, J. R. y García García, S. (2009): Metodología de trabajo para el diseño participativo de procesos. VII Taller de Calidad de la Universidad de La Habana. La Habana, p.23.
31. Rodríguez Gómez, G.; Gil Flores, J. y García Jiménez, E. (2002): Metodología de la investigación cualitativa. Santiago de Cuba, Cuba: Ed. PROGRAF, p.378.

32. Rodríguez Guzmán, R. (2006): La integración de las Sedes Universitarias Municipales a la actividad de ciencia e innovación tecnológica. Universidad de Ciego de Ávila. CD–Memorias Congreso Internacional “Universidad 2006”, La Habana, p.9.
33. Rubio González, A. M. (2006): Gerencia de la ciencia para la innovación tecnológica en una universidad cubana. Universidad Central de Las Villas. CD–Memorias Congreso Internacional “Universidad 2006”, Formato PDF, La Habana, p.10.
34. Souza Silva, J. (2002): La Universidad, el cambio de época y el “Modo Contexto–Céntrico” de generación de conocimiento.
35. Steiner, A. (1996): Planeación Estratégica. Lo que todo dirigente debe saber. 11^{na} Edición. México: Ed. Compañía Editorial Continental, SA, p.360.
36. Stoner, J., Freeman, R. y Gilbert, D. (1996): Administración. 6^{ta} Edición. México, p.690.
37. Taboada Zamora, A. y Romillo Tarke, A. (2008): Modelo Estrella AA para la gestión universitaria del conocimiento, la ciencia y la innovación tecnológica en la UNAH. CD–Memorias Congreso Internacional “Universidad 2008”, La Habana, p.12.
38. Tristán Pérez, B. (2007): Contribuciones teórico-metodológicas y aplicaciones prácticas para el desarrollo de la Gestión Universitaria como campo de estudios. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior (CEPES), Universidad de La Habana. p.89.
39. Tünnermann, C. (1996): La educación superior en el umbral del siglo XXI. Caracas, Venezuela: CRESAL/UNESCO.
40. Valdez Zepeda, A., Orozco Alvarado, J. y de León Arias, A. (2008): Gestión universitaria, procesos de aprendizaje y planeación en las IES. Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior (COEPES). Universidad de Guadalajara, México.
41. Vento Tielves, R. (2006): Experiencia en gestión de la ciencia y la innovación tecnológica en las Sedes Universitarias Municipales de la Universidad de Pinar del Río. CD–Memorias Congreso Internacional “Universidad 2006”, La Habana, p.9.

42. Villa González del Pino, E. M. (2006): Procedimiento para el control de gestión en instituciones de educación superior. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Central de Las Villas, Cuba, p.216.

43. Wadsworth, J. (1997): Análisis de sistemas de producción animal. Las bases conceptuales. Tomo 1. Bolivia: Estudio FAO producción y sanidad animal 140/1.

44. Zúñiga Segura, L. (2011): Metodología para la gestión universitaria basada en inteligencia de negocios. (Tesis inédita de doctorado). Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica, p.227.

DATOS DE LOS AUTORES:

1. Mario Adelfo Batista Zaldívar. Doctor en Ciencias Técnicas por el Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (INsTEC), Máster en Gestión Ambiental por el INsTEC, Ingeniero Químico por la Universidad de Camagüey. Es docente e investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. mariobatzal69@gmail.com

2. Julio Nolberto Pérez Guerrero. Doctor en Ciencias Técnicas por la Universidad de Holguín, Ingeniero Mecánico por la Universidad de Holguín. Es docente e investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. julionolberto2011perez@gmail.com

RECIBIDO: 30 de diciembre del 2015.

APROBADO: 26 de enero del 2016.