

Tipo de artículo: Artículo original

# Modelo de Gestión de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación

## Management Model of Science, Technology and Innovation indicators

Rodnier Mesa Rivero\*  <https://orcid.org/0009-0007-5596-8202>

Héctor Raúl González Díez<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7601-4201>

<sup>1</sup> Universidad de las Ciencias Informática. Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Cuba. [rmesa@uci.cu](mailto:rmesa@uci.cu)

<sup>2</sup> Universidad de las Ciencias Informática. Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación. Cuba. [hglez@uci.cu](mailto:hglez@uci.cu)

\* Autor para correspondencia: [rmesa@uci.cu](mailto:rmesa@uci.cu)

### Resumen

La innovación juega un papel crucial en el nuevo escenario económico mundial. Desarrollar e implementar proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en la sociedad moderna actual contribuye a lograr avances en todas las esferas económicas y sociales. En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) específicamente en la dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) se gestionan los proyectos de I+D+i que existen en la entidad. Sin embargo, este proceso presenta deficiencias en el control y manejo de la información sobre la gestión de los mismos, provocado por la no existencia de indicadores claves que propicien la calidad de estas acciones. Al mismo tiempo, el no contar con indicadores claves de apoyo a la toma de decisiones contribuye a que el desarrollo de tareas para su gestión se lleve a cabo con retrasos e insuficiencias y en ocasiones pérdida de información. Se propone para resolver tal situación un modelo de gestión del indicador innovación en proyectos de I+D+i que permite evaluar los resultados de este proceso para el desempeño de las Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación en Cuba. Para alcanzar estos objetivos, se definió un grupo de indicadores orientado a la gestión de la innovación que apoye toma de decisiones y ayude a identificar y prevenir problemas del proyecto, como aumentos inesperados del presupuesto, plazos poco realistas, falta de objetivos claros y criterios de éxito.

**Palabras clave:** gestión; indicadores; innovación; toma de decisión

### Abstract

*Innovation plays a crucial role in the new global economic scenario. Developing and implementing research, development and innovation (R+D+i) projects in today's modern society contributes to achieving progress in all economic and social spheres. At the University of Informatics Sciences (UCI), specifically in the direction of Science, Technology and Innovation (CTI), the R+D+i projects that exist in the entity are managed. However, this process presents deficiencies in the control and management of information on their management, caused by the non-existence of key indicators that promote the quality of these actions. At the same time, not having key indicators to support decision-making contributes to the development of tasks for its management being carried out with delays and insufficiencies and sometimes loss of information. To resolve this situation, a management model of the innovation indicator in R+D+i projects is proposed, which allows evaluating the results of this process for the performance of Science, Technology and Innovation Entities in Cuba. To achieve these objectives, a group of indicators oriented towards innovation management was defined to support decision-making and help identify and prevent project problems, such as unexpected budget increases, unrealistic deadlines, lack of clear objectives and criteria for success.*

**Keywords:** management; indicators; innovation; decision making



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

**Recibido: 11/03/2023**  
**Aceptado: 12/06/2023**  
**En línea: 14/06/2023**

## Introducción

La permanente evolución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) facilita el perfeccionamiento de múltiples ramas de las ciencias. El desarrollo de la sociedad moderna contribuye al avance tecnológico en todas las esferas económicas y sociales. Disponer de recursos materiales y financieros se convierte en un gran desafío para lograr mejoras en la economía, siendo necesario desarrollar tecnologías para obtener nuevos productos y servicios.

La distribución mundial de las capacidades cognitivas, científicas y tecnológicas es sumamente asimétrica y está altamente concentrada en un reducido grupo de países. Aportar nuevas ideas y creatividad cobran auge, puesto que a su vez hay mayor cambio en las tendencias y la mentalidad de las sociedades. Desde la Organización Mundial de Naciones Unidas (ONU) se propone un plan de acción para alcanzar altos índices de sostenibilidad y desarrollo económico (Espinach-Rueda, 2017).

La Agenda 2030 busca alcanzar soberanía en la actividad económica desde las naciones, fijando metas asociadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Cuba al no contar con grandes recursos naturales debe recurrir a la creación de nuevos sistemas y servicios que contribuyan a lograr mejoras en la economía, para ello explora el desarrollo de proyectos científicos de investigación capaces de dar soluciones a problemas existente en algún centro o entidad. Los proyectos describen la metodología y los procedimientos en que estará comprendida la investigación en un área del saber (Barreto, Carmen y Fernando, 2017).

Desde el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente (CITMA), organismo de la Administración Central del Estado y rector de la actividad de la investigación científica, se encomienda la gestión de los programas y proyectos de prioridad nacional, que contiene entre sus disposiciones la metodología para el cálculo del presupuesto global del proyecto de investigación (CITMA 2022). El control de proyectos pretende monitorizar el desempeño de los mismos, minimizar las desviaciones respecto a la planificación establecida o la puesta en marcha de las acciones correctivas apropiadas (Trejo Carvajal, 2018).

Los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución orientan en su lineamiento 98, “Situarse en primer plano el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las instancias, con una visión que asegure



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

lograr a corto y mediano plazo los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social” (Fernández Coello y Coello, 2021).

El Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030 en su Eje Estratégico Potencial Humano, Ciencia, Tecnología e Innovación establece: “Elevar el impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo económico y social, incluyendo el perfeccionamiento del marco institucional” (Bermúdez y Fernández, 2020).

De ahí que se realizara un estudio de las siguientes normativas y resoluciones del marco regulatorio cubano que permita alcanzar una elevada comprensión de la ley vigente actual.

- Ley 116/2013 “Código de trabajo de la República de Cuba” y su Reglamento.
- Resolución 66/2014 del Ministro de Educación Superior, “Procedimiento para la evaluación de los profesores universitarios del Sistema de la Educación Superior”.
- Resolución 85/2016 del Ministro de Educación Superior, “Reglamento para la aplicación de las categorías docentes de la Educación Superior”.
- Resolución 287/2019 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Reglamento para el Sistema de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Decreto Ley 7/2020. Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Decreto 40/2021. Reglamento Del Decreto-Ley 7. “Del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación
- Decreto Ley No. 262/99 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros. Reglamento para la compatibilización del desarrollo económico social del país con los intereses de la defensa.

El Decreto Ley 7/2020 del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, y la Resolución 287/2019 Reglamento para el Sistema de Programas y Proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, establecen las principales pautas a seguir en la actividad de los programas y proyectos de Ciencia Tecnología e Innovación (gaceta oficial, 2021).

Esta metodología, complementada con directivas del Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), permite calcular el valor total de la investigación, y se integra con partidas de gastos que, a partir de los recursos humanos necesarios como aspecto inicial y eslabón fundamental de la actividad, incorpora organizadamente el resto de los elementos: recursos materiales y de equipamiento, y otras relacionadas directamente con la investigación y, luego las de forma indirecta, como vía de incluir el costo del resto de las actividades que se desarrollan en las entidades a la gestión fundamental de la misma.



Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación. Según Manual de Oslo, existen diversos tipos de indicadores económicos para medir el esfuerzo innovador de un determinado proyecto. Los referidos a gastos internos, gastos de capital y las fuentes de fondos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). La medición de las fuentes de los fondos se puede realizar por dos procedimientos: a partir de la suma de dinero que un proyecto recibe de un programa, organización o sector en función de la investigación o a partir de las cantidades externas que declare haber pagado (Pérez, 2019).

Un aspecto relevante es la identificación de procesos y grupos de procesos para la dirección de proyectos establecidos en la Guía PMBOK®, dónde se definen los indicadores relativos a la gestión del valor ganado e incluye las áreas de conocimiento necesarias. Establece, además, el uso y señala las métricas concretas, tanto a nivel de planificación, como de seguimiento y control.

La mayoría de las herramientas adoptadas para la gestión de proyectos se basan en informes textuales. La falta de comprensión del proyecto por parte de los agentes interesados es una de las razones del fracaso del proyecto. La implementación de la visualización de datos utilizando técnicas y herramientas para la toma de decisiones ayuda a identificar y prevenir problemas del proyecto, como aumentos inesperados del presupuesto, plazos poco realistas, falta de objetivos claros y criterios de éxito.

Los modelos de gestión, son una herramienta administrativa que se utilizan como guía para la realización de todas aquellas actividades encaminadas a mejorar los resultados organizacionales. Los modelos se han convertido hace unos años en una de las tendencias administrativas más adecuadas para que las organizaciones alcancen parámetros de calidad y objetivos empresariales; motivadas en gran medida por las condiciones cambiantes que han convertido al medio en el que se desenvuelven en un escenario complejo y exigente (Correa García, Ramírez Bedoya y Castaño Ríos 2010).

A medida que las organizaciones crecen y se vuelven más complejas se requiere formular, realizar seguimiento, analizar y controlar la planificación de objetivos y tareas. Esta necesidad se vuelve imprescindible cuando el tiempo es valioso y las labores son múltiples y diferentes. Los sistemas informáticos para la gestión de proyectos tienen entre sus principales virtudes el procesamiento inmediato de los datos ingresados, reduciendo al máximo el tiempo y entregando resultados altamente confiables (Contreras-Díaz, González-Pérez y Rivero-Amador 2021).

La toma de decisiones organizacionales constituye un proceso de carácter informacional que en las últimas décadas ha generado la atención de múltiples áreas disciplinares. Si bien se percibe en la literatura científica sobre el tema un corpus teórico más sólido y una mayor claridad de modelos de toma de decisiones, así como sus procesos, fases, etapas, componentes particulares y factores organizacionales que inciden en su desarrollo, aún se evidencian elementos que



ameritan un mayor número de investigaciones. Tiene un carácter informacional por la marcada dependencia a la información como recurso estratégico. Esta es la causa por la cual el máximo nivel de decisión organizacional y todos los niveles intermedios, requieren de programas y procedimientos que reduzcan la incertidumbre. Además, son imprescindibles competencias, mecanismos, dinámicas y capacidades organizacionales que permitan tomar acertadas decisiones estratégicas (Delgado Rodríguez, 2019).

La falta de información oportuna pertinente y relevante puede constituir una de las mayores limitantes de la gerencia eficaz y eficiente. La correcta elección del camino más adecuado en cada situación específica, exige obviamente información relevante, captada tanto del entorno interno como del entorno exterior a la organización y en todos los casos el éxito depende de la correcta medición de la actuación empresarial, que revele si la estrategia adoptada produce los resultados previstos y deseados (Contreras-Díaz, González-Pérez y Rivero-Amador, 2021).

Desde la propia función administrativa del proceso de control, las instituciones necesitan medir y evaluar el desempeño para tomar la acción correctiva cuando se necesite. Para lograr la conformación del Sistema automatizado se necesita de un control sistemático en función de normas establecidas en el cronograma planificado (Meléndez Vega y Inga Lozano, 2018).

La propuesta de la presente investigación resalta la importancia de contar con sistema de indicadores de ciencia, tecnología e innovación dentro del proceso de toma de decisiones, así como el incuestionable carácter informacional de conocer si un proyecto de investigación va obtenido los resultados esperados en un tiempo determinado. Es evidente la necesidad de un adecuado Sistema de Gestión que monitorice los procesos y que pueda ser gestionado por especialistas preparados. En este contexto es imprescindible lograr las competencias informacionales, las estructuras institucionales y las metodologías o herramientas que garanticen que todos los elementos: personas-tecnología-procesos institucionales, funcionen de manera armónica.

## Materiales y métodos

Se estudiaron los modelos de gestión e innovación tecnológica y el modelo de gestión de innovación que propone el Manual de Oslo para poder establecer una línea a seguir en la implementación de los indicadores que permitan el desarrollo de nuevos métodos.

**Tabla 1:** Modelos de gestión de indicadores. Fuente: Elaboración propia.

Modelos	Indicadores
Modelos de Gestión e innovación tecnológica	• Modelo Europeo de Innovación

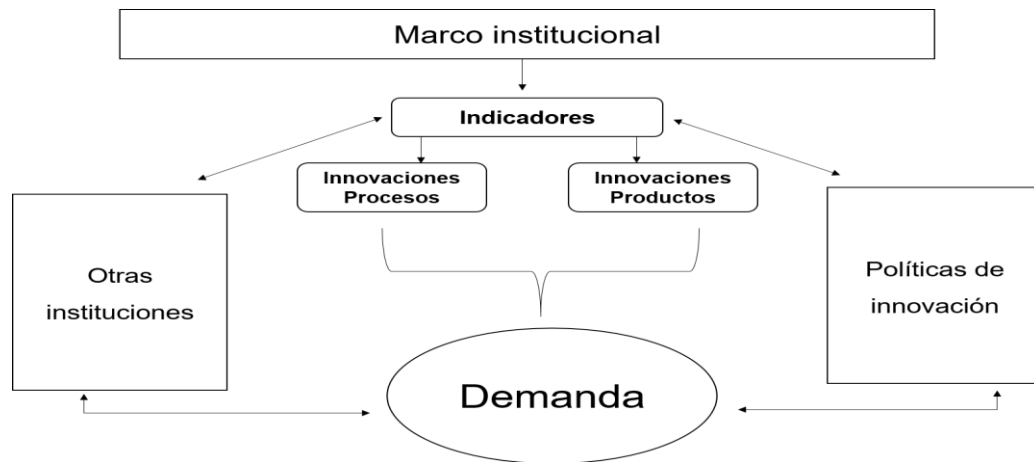


---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Innovación Incremental</li><li>• Innovación Radical</li><li>• Innovación Conceptual o de organización</li></ul>
<b>Modelo para la Gestión de la innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Innovaciones de Productos</li><li>• Innovaciones de Procesos</li><li>• Innovaciones de Mercadotecnia</li><li>• Innovaciones organizacionales</li></ul>

---

El vínculo entre la innovación y el progreso económico es de máximo interés. Es por medio de la innovación que se crea y se difunde un nuevo conocimiento, lo que aumenta el potencial de la economía para desarrollar nuevos productos y métodos de funcionamiento más productivos. Estas mejoras no solo dependen del conocimiento tecnológico sino también de las otras formas de conocimiento que se utilizan para desarrollar invenciones de productos o procesos (Gómez-Bayona, Tabares Penagos y Arboleda Jaramillo 2020). En la figura 1 se muestra este vínculo desde la perspectiva de una institución.



**Figura 1:** Modelo para la medición de innovación.

**Fuente:** Elaboración propia.

Durante los últimos años, tanto los tomadores de decisiones como los grupos de interés (*stakeholders*) y los medios de comunicación, han manifestado un interés creciente en realizar esfuerzos por diseñar mecanismos o herramientas útiles para evaluar la sostenibilidad del desarrollo en los países. Los indicadores compuestos suelen ser empleados para establecer comparaciones acerca del desempeño de las unidades de análisis a partir de las cuales se calculan. Se suele

argüir que el uso de indicadores compuestos facilita la interpretación de los escenarios que deben considerar los *stakeholders* y que son una herramienta de suma utilidad para evaluar el desempeño.

Un indicador compuesto es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente. Puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo según los requerimientos del analista. En términos técnicos, un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente “miden” una característica o atributo de los individuos en estudio.

La construcción de un indicador compuesto requiere de dos condiciones básicas, a saber: 1) la definición clara del atributo que se desea medir y 2) la existencia de información confiable para poder realizar la medición. Estas condiciones son indispensables para poder plantearse la posibilidad de construir un indicador compuesto, la satisfacción de la primera condición dará al indicador compuesto un sustento conceptual, mientras que la segunda le otorgará validez.

Los sistemas de indicadores para medir el impacto de los proyectos de investigación, son una herramienta que permite a los directivos e investigadores desde el diseño de un proyecto, prever los aspectos a mejorar que puedan tener en su confección y ayudar a la medición del impacto de los resultados obtenidos como se solicita en el Manual de Procedimientos para la Gestión y Control de los Programas y Proyectos del MES y en sus objetivos.

Los indicadores representan importantes herramientas para la toma de decisiones, pues transmiten información científica y técnica que permite transformar a la misma acción. Resultando así fundamentales para evaluar y predecir tendencias de la situación de una región o una localidad en lo referente a las cuestiones económicas y sociales, así como para valorar el cumplimiento de las metas y objetivos fijados en las políticas del gobierno.

**Tabla 2:** Evaluación de los indicadores de Divulgación Científica. Elaboración propia.

Código	Tipo	Indicador	Nivel de evaluación	Escala de medida
001DC	<b>Divulgación Científica</b>	Publicaciones niveles 1 y 2	Cantidad	$x \in R$
002DC		Publicaciones niveles 3 y 4	Cantidad	$x \in R$
003DC		Tesis Doctorado	Cantidad	$x \in R$
004DC		Maestrías	Cantidad	$x \in R$
005DC		Especialidades	Cantidad	$x \in R$





006DC		Tesis de Diploma	Cantidad	$x \in R$
007DC		Banco de problema	[0,1]	0-No tiene definido 1-Tiene definido
008DC		Premios	Cantidad	$x \in R$
009DC		Registro de patentes	Cantidad	$x \in R$
010DC		Participación en eventos nacionales e internacionales	Cantidad	$x \in R$
011DC		Profesor en Proyecto	Cantidad	$x \in R$
012DC		Estudiantes en proyecto	Cantidad	$x \in R$
013DC		Disposición de categorías	Índice de investigador equivalente	0.75-Profesor Asistente 1-Profesor Auxiliar 1-Profesor Titular
014DC		Aportes al conocimiento	Cantidad	$x \in R$

**Tabla 3:** Evaluación de los indicadores Económicos y Medioambientales. Elaboración propia.

Código	Tipo	Indicador	Nivel de evaluación	Escala de medida
001EM	<b>Económicos y Medioambientales</b>	Productos y servicios introducidos	Cantidad	$x \in R$
002EM		Tecnologías, productos y servicios transferidos	Cantidad	$x \in R$
003EM		Desarrollo de fondos	[0,1]	0-No existe 1-Existe
004EM		Sustitución de importaciones	Cantidad	$x \in R$
005EM		Recuperación de la inversión	Cantidad	$x \in R$
006EM		Soluciones a los problemas de contaminación	[0,1]	0-No responde a soluciones de contaminación 1-Responde a soluciones de contaminación





007EM		Contribución al decrecimiento de la degradación de los recursos naturales	[0,1]	0-No contribuye 1-Contribuye
-------	--	---	-------	---------------------------------

**Tabla 4:** Evaluación de los indicadores de Gestión. Elaboración propia.

Código	Tipo	Indicador	Nivel de evaluación	Escala de medida
001G	Gestión	Pertinencia y relevancia para la institución	Escala de <i>likert</i> {0,1,2,3,4}	0-No pertinente 1-Irrelevante 2-Poco pertinente 3-Pertinente 4-Muy pertinente
002G		Precisión y claridad	Coefficiente de variación (CV). Ecuación 1	Porcentaje
003G		Relevancia de los resultados de impacto	Escala de <i>likert</i> {0,1,2,3,4}	0-No relevante 1-Irrelevante 2-Poco relevante 3-Relevante 4-Muy relevante
004G		Correspondencia resultados/equipo	[0,1]	0-No se corresponde 1-Se corresponde
005G		Balance de los recursos humanos	Escala de <i>likert</i> {0,1,2,3,4}	0-No existe Balance 1-Poco Balance 2-Regular Balance 3-Buen Balance 4-Excelente Balance
006G		Planificación del presupuesto	[1,2,3]	1-Mala 2-Regular 3-Buena
007G		Racionalidad tiempo/resultados	Racionalidad. Ecuación 2.	[0,1]

Para el estudio de la precisión se considera la dispersión entre varias determinaciones de los mismos elementos efectuados sobre la muestra y se obtiene por el cociente entre la desviación y el valor medio de estas.

$$CV(\%) = \frac{S_n}{\bar{X}_n} * 100 \tag{1}$$

Para conocer la Racionalidad entre el tiempo y los resultados esperados y conocer si existe una adecuada gestión del cronograma de proyecto se debe conocer el tiempo dedicado a las tareas por meses sobre la cantidad de tareas en los once meses del año.

$$R = \frac{\sum_{t=1}^{11} \text{Tiempo de las Tareas(meses)}}{\text{Cantidad de Tareas} * 11} \tag{2}$$



Para definir la propuesta de índice de global  $I_G$  de satisfacción de un proyecto de I+D+i tomaremos en cuenta los siguientes elementos:

Sean  $M$  posibles estados discretos de satisfacción y  $n_i$  el número de votos del  $i$ ésimo estado. Para una relevancia de votos de cada estado  $w_i \geq 0$  definida por el usuario se obtiene el índice global como:

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i}{\max(w_i) \sum_{i=1}^M n_i} \quad (3)$$

Casos particulares:

- Caso 1 Todo el grupo vota por el de mayor relevancia  $I_G = 1$
- Caso 2 Todo el grupo vota por cualquiera de los casos intermedios  $I_G = \frac{w_i}{\max(w_i)} \in [0,1]$
- $w_i$  puede definirse en una escala lineal o no lineal dependiente de la escala de valores y la importancia que se desee asignar.
- El intervalo de valores de  $I_G \in [\frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}, 1]$  y solo se puede anular si el  $\min(w_i) = 0$
- Se debe ser cuidadoso con valores de pesos negativos aunque son posibles solo que para llevar a  $[0,1]$  hay que cambiar la escala.

### Escalado a intervalo zero/one

Los valores del  $I_G$  según la expresión 1 está en el intervalo  $[\frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}, 1]$  se debe desplazar el mínimo del intervalo restando  $\frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}$  llevando el mínimo a 0. Luego el máximo requiere un re escalado dividiendo por  $1 - \frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}$

Finalmente, la expresión (1) se puede re formular como:

$$I_G = \frac{\frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i}{\max(w_i) \sum_{i=1}^M n_i} - \frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}}{1 - \frac{\min(w_i)}{\max(w_i)}} \quad (4)$$



Transformando 2 el  $I_G$  se escala a  $[0, 1]$  para cualquier combinación de pesos como:

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i - \min(w_i) \sum_{i=1}^M n_i}{(\max(w_i) - \min(w_i)) \sum_{i=1}^M n_i} \quad (5)$$

Sea  $M = 4$

- Caso 1.  $\vec{w} = \{2, 1, -1, -2\}$  (Simetría a los positivos y negativos)

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i + 2 \sum_{i=1}^M n_i}{4 \sum_{i=1}^M n_i} \quad (6)$$

- Caso 2.  $\vec{w} = \{4, 3, 3, 1\}$  (Todos positivos)

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i - \sum_{i=1}^M n_i}{3 \sum_{i=1}^M n_i} \quad (7)$$

- Caso 3.  $\vec{w} = \{4, 3, 1, -1\}$  (No lineal)

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^M n_i w_i + \sum_{i=1}^M n_i}{5 \sum_{i=1}^M n_i} \quad (8)$$

## Resultados y discusión

La utilización del método Delphi como instrumento de validación de indicadores ha sido manejada en diferentes estudios y ámbitos de conocimiento. El objetivo de este trabajo es validar mediante el método Delphi de consulta a expertos un sistema de indicadores para la previsión, el diseño y la medición de la eficiencia, eficacia y rendimiento sobre los proyectos de I+D+i. Para ello se pretende certificar un modelo de indicadores relacionado con la evaluación del indicador innovación.



## **Muestra**

Para conseguir el objetivo de la investigación, en concordancia con lo que plantea el método Delphi en sus postulados teóricos, se conformaron los dos grupos humanos encargados de validar el sistema de indicadores diseñado, en este caso el grupo coordinador y el grupo de expertos.

El grupo coordinador se conformó a partir de los miembros de la dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad de las Ciencias Informáticas encargados de la gestión y evaluación de los proyectos de I+D+i.

Éste está compuesto por un Doctor en Ciencias y dos especialistas, siguiendo las características definitorias del grupo coordinador, donde los integrantes deben cumplir con requisitos tales como: buen conocimiento del método Delphi, ser investigadores académicos relacionados con el tema a estudiar y tener gran facilidad de intercomunicación al trabajar conjuntamente en otros estudios.

La selección del grupo de expertos la realizó el grupo coordinador, teniendo en cuenta un mínimo de siete expertos. En la selección del grupo de expertos el primer paso fue fijar como criterio fundamental de selección la competencia de los candidatos en el área de las investigaciones y el postgrado, sobre la base de su currículo personal. Se identificaron 32 posibles candidatos y se descartó la mitad por cuestiones relacionadas con el tiempo definido para esta investigación. Del total inicial quedaron 16 expertos.

## **Instrumento**

El instrumento que se somete a validación por el panel de expertos es un sistema constituido por 27 indicadores, distribuidos en tres dimensiones: la de Divulgación Científica (14), la Económica y Medioambientales (7) y la de Gestión (7). También se evaluaron la Relevancia, la Pertinencia y la Coherencia del Sistema de Indicadores propuestos. La validación del sistema de indicadores se realizó mediante el método Delphi para la consulta a expertos, según el grado de conocimiento de los mismos, lo cual le proporcionó un carácter participativo al proceso, teniendo en cuenta que estos indicadores son aplicables a los proyectos de I+D+i.

## **Procedimiento**

Se estableció la secuencia metodológica a seguir, compuesta de tres fases fundamentales: preliminar, exploratoria y final.

- **Fase preliminar**

En esta primera fase se conformó el grupo coordinador que asumió la responsabilidad de seleccionar el grupo de expertos a partir de su nivel de conocimiento y competencia. Entre sus funciones estuvo interpretar los resultados parciales y finales de la investigación y supervisar la marcha correcta de la misma, para realizar ajustes y correcciones.



El procedimiento para la conformación de los dos grupos que intervinieron en la investigación se explica en el apartado correspondiente a la muestra.

- **Fase exploratoria**

Se confeccionó la primera versión del cuestionario y se sometió, en una segunda ronda, a la validación por el grupo de expertos seleccionados con la intención de recabar los criterios cuantitativos más estables.

El envío y la recepción del cuestionario se realizó por correo electrónico en archivo adjunto, el cual estaba conformado por una primera página con una breve introducción al tema de investigación, la explicación clara del objetivo de la investigación, el método que se utiliza, la fase en que se encontraba el proceso de investigación, las instrucciones para cumplimentar el cuestionario, seguido del correspondiente instrumento para la validación.

Este último consta de una escala de respuesta tipo Likert con 5 categorías, además de una pregunta abierta para recoger las valoraciones cualitativas de cada experto acerca de los ítems planteados o la introducción de alguno nuevo. El plazo máximo dado para responder fue de 20 días. Se le asignó un número a cada experto para garantizar el anonimato.

Los resultados de la segunda ronda de consulta para la validación por parte del grupo de expertos, fueron analizados desde el punto de vista cuantitativo aplicando la metodología descrita por Green en el año 1954.

Asimismo, se realizó un análisis cualitativo de las opiniones expresadas por los expertos a la pregunta abierta incorporada al instrumento de consulta. Los resultados estadísticos tabulados y el cuestionario modificado, teniendo en cuenta las sugerencias de los expertos, fueron devueltos al grupo para una tercera ronda de consulta. La tercera ronda de consulta para la validación por parte del grupo de expertos, consistió en opinar sobre el sistema de indicadores incrementado con las sugerencias de los expertos participantes.

- **Fase Final**

En esta última fase se solicita la valoración por parte de los expertos en cuanto a la Relevancia, la Pertinencia y la Coherencia del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el indicador innovación en los proyectos de investigación, y se sintetizan los resultados de todo el proceso de validación mediante consulta interactiva a los expertos en la propuesta definitiva del sistema de indicadores para su posterior aplicación en el proceso de investigación.

## **Resultados de la evaluación de los indicadores**

- **Fase preliminar**

El grupo coordinador se conformó tal como se expresa en el apartado de selección de la muestra al describir los métodos usados para desarrollar la presente investigación. Seguidamente, el grupo coordinador seleccionó a los expertos, los cuales se determinaron a partir de los resultados de la valoración del grupo coordinador, unido a la autoevaluación de



los propios expertos del nivel de competencia en el tema de investigación, al aplicarles la metodología propuesta por el Comité Estatal para la Ciencia y la Técnica de Rusia, elaborada en 1971 (Fernández de Castro Fabre y López Padrón, 2013).

La consulta se realizó a 16 expertos que alcanzaron resultados satisfactorios de desempeño en los valores del coeficiente de competencia (alto) para estudiar, analizar, dar criterios válidos y confiables sobre el trabajo elaborado.

- **Fase exploratoria**

Esta fase constó de tres rondas de consulta para la validación del sistema de indicadores. En la primera ronda de esta fase se sometió a la valoración del grupo coordinador la versión inicial del sistema que constaba de 15 indicadores para prever, diseñar y medir el indicador innovación en los proyectos de investigación que aportó como resultado un grupo de consideraciones de orden cualitativo que favorecieron el ajuste y corrección del mismo.

Una vez modificado el sistema de indicadores a partir de las consideraciones obtenidas como resultado de la primera ronda, se sometió a una segunda ronda de consulta al grupo de expertos, cuyos resultados cuantitativos de las valoraciones realizadas se procesaron mediante análisis estadístico aplicando la metodología descrita en los métodos.

Se puede apreciar que las dimensiones propuestas fueron calificadas de muy adecuadas por los expertos. Teniendo como resultado que el 77% de los indicadores fueron clasificados como muy adecuados y el 23% de adecuados.

Además, los expertos plantearon un grupo de consideraciones de orden cualitativo en respuesta a la pregunta abierta incluida en el instrumento. Éstas fueron recogidas y analizadas con el fin de comprobar, en términos de discrepancia o concordancia, la necesidad de complementación de las dimensiones e indicadores que conforman el sistema.

### **Consideraciones de expertos**

En la tercera ronda de consulta al grupo de expertos, se presentaron los resultados estadísticos de la segunda ronda tabulados y el cuestionario modificado teniendo en cuenta las propuestas realizadas por ellos. Al repetir el mismo análisis estadístico utilizado de la segunda ronda, así como los resultados cualitativos en respuesta a la pregunta abierta, se mantuvo la estabilidad de los criterios en el 100% de los expertos consultados, que valoraron las 3 dimensiones y los 27 indicadores como muy adecuados.

Se consideró que la estructura del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el indicador innovación en los proyectos de investigación, en la forma que están estructurados, son suficientes para la investigación, razón por la cual no se hace necesario realizar una nueva ronda.

- **Fase final**

En esta última fase se solicitó la valoración por parte de los expertos de la Relevancia, la Pertinencia y la Coherencia del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el impacto sobre el indicador innovación en los proyectos de



I+D+i. Las evaluaciones resultaron: muy relevante-relevante y muy coherente-coherente en el 84,3% y muy pertinente-pertinente en el 87,8%.

Una vez que los expertos han llegado a un consenso en relación a la validez del sistema de indicadores para prever, diseñar y medir el sistema de indicadores que responde al indicador innovación en los proyectos de I+D+i a partir de su consulta iterativa aplicando el método Delphi, el grupo coordinador de la investigación estableció la estructura definitiva del mismo.

## Conclusiones

La sistematización realizada con respecto al objeto y campo de investigación permitió caracterizar a través de modelos existentes para la gestión de indicadores, los sistemas para la toma de decisiones y el marco regulatorio cubano vigente para la gestión y como se maneja el indicador innovación para poder establecer las pautas en el desarrollo y definición del sistema de indicadores. Además, se logró definir los indicadores cuantificables que tributan al indicador innovación que se utilizarán en la medición de la gestión de los proyectos de I+D+i. La evaluación del sistema de indicadores propuestos a través del método Delphi mediante consulta a expertos para saber la relevancia, pertinencia y coherencia de los indicadores, mostró un resultado positivo.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a todas las personas que contribuyeron a la realización de esta investigación. En especial el equipo de trabajo de la Dirección de Ciencia Tecnología e Innovación de la Universidad de las Ciencias Informáticas por contibuir en cada momento que se necesitó tocar su puerta para describir la situación problemática existente. También agradecer a todo el equipo de expertos que con rapidez inmediata acudieron a evaluar la propuesta de solución.

## Conflicto de intereses

Los autores no poseen conflicto de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Héctor Raúl González Diez
2. Curación de datos: Rodnier Mesa Rivero
3. Análisis formal: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez
4. Investigación: Rodnier Mesa Rivero





5. Metodología: Rodnier Mesa Rivero
6. Administración del proyecto: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez
7. Recursos: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez
8. Supervisión: Héctor Raúl González Diez
9. Validación: Héctor Raúl González Diez
10. Visualización: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez
11. Redacción – borrador original: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez
12. Redacción – revisión y edición: Rodnier Mesa Rivero, Héctor Raúl González Diez

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- Barreto, Carmen, R. y Fernando, I.D., 2017. *Las Tic en educación superior: Experiencias de innovación*. S.l.: Universidad del Norte. ISBN 978-958-741-855-2.
- Bermúdez, M.D.-C. y Fernández, M.D., 2020. Modelo de gestión del gobierno orientado a la innovación. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, vol. 4, no. 3, pp. 300-321. ISSN 2664-0856.
- Contreras-Díaz, Y. de L., González-Pérez, M. y Rivero-Amador, S., 2021. Diseño de un Sistema de Gestión de Información para la toma de decisiones estratégicas en el contexto empresarial. *Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, vol. 12, pp. 193-207. ISSN 2218-3639.
- Correa García, J.A., Ramírez Bedoya, L.J. y Castaño Ríos, C.E., 2010. La Importancia De La Planeación Financiera En La Elaboración De Los Planes De Negocio Y Su Impacto En El Desarrollo Empresarial. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, vol. 18, no. 1, pp. 179-194. ISSN 0121-6805.
- Delgado Rodríguez, K.J., 2019. Relación entre racionalidad múltiple y toma de decisiones en las organizaciones. *Escuela de Administración y Contaduría Pública [505]* [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/76057>.
- Espinach-Rueda, M., 2017. Agenda 2030 del desarrollo sostenible promulgada por la Organización de las Naciones Unidas: Caso Costa Rica. *Ágora de Heterodoxias*, vol. 3, no. 2, pp. 50-67. ISSN 2443-4361. Mundial



- Fernández Coello, R. y Coello, R.F., 2021. Impacto y capacidad innovadora del Expediente Judicial Electrónico, desde una perspectiva CTS. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas* [en línea], vol. 15, no. 0. ISSN 1994-1536. Disponible en: [https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path\[\]=2271](https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path[]=2271).
- Gaceta Oficial, 2021. Decreto Ley 7 de 2020 de Consejo de Estado. En: Last Modified: 2021-11-15T09:51:05:00, *Gaceta Oficial* [en línea]. Disponible en: <https://www.gacetaoficial.gob.cu/es/decreto-ley-7-de-2020-de-consejo-de-estado>.
- Gómez-Bayona, L., Tabares Penagos, A. y Arboleda Jaramillo, C.A., 2020. *Estrategia y gestión organizacional* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://americana.edu.co/medellin/wp-content/uploads/2020/09/Estrategia-y-gesti%C3%B3n-organizacional.pdf#page=224>.
- Meléndez Vega, A.E. y Inga Lozano, J.W., 2018. Propuesta de implementación de un sistema de control de inventario para los bienes patrimoniales estatales del Parque Nacional Del Río Abiseo. [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3169>.
- Pérez, C.M., 2019. Innovación empresarial al servicio de la micro y pequeña empresa nortesantandereana: por la competitividad regional. *ECONÓMICAS CUC*, vol. 40, no. 1, pp. 91-104. ISSN 2382-3860. DOI 10.17981/econcuc.40.1.2019.06.
- Trejo Carvajal, N.A., 2018. Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción. En: Accepted: 2019-05-15T16:06:11Z [en línea], Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168599>.

