

Una propuesta de guía de autoevaluación integral para las entidades de ciencia tecnología e innovación

A Proposal for A Comprehensive Self-Assessment Guide for Science, Technology and Innovation Entities

Marlene Martínez Navarro¹ <https://orcid.org/0000-0003-0238-272X>

Lidia Lauren Elías Hardy¹ <https://orcid.org/0000-0003-1826-9799>

Pedro Lázaro Romero Suárez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7895-4715>

Marisol González Pérez² <https://orcid.org/0000-0003-3009-9323>

Rosa Mayelín Guerra Bretaña³ <https://orcid.org/0000-0002-0561-6678>

¹Universidad de La Habana, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, La Habana, Cuba.

²Entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación “Sierra Maestra”. La Habana, Cuba.

³Universidad de La Habana, Centro de Biomateriales. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: lromerocu@gmail.com

RESUMEN

En la práctica internacional se lleva a cabo la autoevaluación como proceso clave que precede a una evaluación externa. Esta práctica se toma como instrumento para la mejora continua de los procesos sustantivos en instituciones de ciencia, tecnología e innovación. El objetivo de este trabajo fue presentar una propuesta de guía de autoevaluación del desempeño de una entidad de ciencia, tecnología e innovación, así como los resultados de su validación. Esta guía de autoevaluación se validó con el empleo del método Delphi de consulta a expertos, la escala aditiva Likert, aplicada de forma autoadministrada, y el tratamiento estadístico de las respuestas de los participantes en el panel de expertos. Se realizó el análisis de fiabilidad del cuestionario a través del cálculo del coeficiente alfa de

Cronbach, cuyo resultado (0,987) demostró la consistencia interna del instrumento empleado. Los valores de las medianas y los rangos intercuartílicos permitieron establecer el consenso de los participantes en la validación de la guía de autoevaluación propuesta. Como resultado se obtuvo una guía de autoevaluación integral con indicadores novedosos para las entidades de ciencia, tecnología e innovación. La validación obtenida permitirá la aplicación de esta guía de autoevaluación integral, lo que contribuirá a la mejora continua y el perfeccionamiento de la gestión de los procesos de investigación, desarrollo y de innovación en las entidades cubanas de ciencia, tecnología e innovación.

Palabras clave: entidades de ciencia; tecnología e innovación; autoevaluación; indicadores; método Delphi.

ABSTRACT

In international practice, self-assessment is carried out as a key process that precedes an external evaluation. This practice is taken as an instrument for continuous improvement of substantive processes in science, technology and innovation institutions. The objective of this work was to present a proposal for a self-assessment guide for the performance of a science, technology and innovation entity, as well as the results of its validation. This self-assessment guide was validated with the use of the Delphi method of consulting experts, the additive Likert scale, applied in a self-administered manner, and the statistical treatment of the responses of the participants in the expert panel. The reliability analysis of the questionnaire was carried out by calculating Cronbach's alpha coefficient, the result of which (0.987) demonstrated the internal consistency of the instrument used. The values of the medians and interquartile ranges allowed to establish the consensus of the participants in the validation of the proposed self-assessment guide. As a result, a comprehensive self-assessment guide was obtained with innovative indicators for science, technology and innovation entities. This validation will allow the application of this comprehensive self-assessment guide, which will contribute to the continuous improvement of the research management, development and innovation processes in Cuban science, technology and innovation entities.

Keywords: science entities; technology and innovation; self-appraisal; indicators; Delphi method.

Recibido: 30/03/2023

Aceptado: 04/10/2023

Introducción

Los indicadores de ciencia, tecnología e innovación representan instrumentos de medición, análisis y comparación que ayudan a las entidades de ciencia, tecnología e innovación (ECTI) a comprender la evolución de sus actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).

Triana y otros señalan que, la información disponible hoy en Cuba a nivel macro para las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) es inconsistente, redundante, poco normalizada y existen indicadores escasos e incompatibles en determinadas actividades.⁽¹⁾ Por lo que no se favorece una adecuada gestión de esta información, que sirva para la toma acertada de decisiones por los ministerios que cuentan con Ecti y que, a su vez, eleven el impacto científico en el desarrollo económico y social del país.

El diseño de indicadores adecuados, resumidos en una guía, que pueden contribuir a avances significativos de buenas prácticas para las Ecti, facilitará en muchos casos los procesos de integración de bases de datos de CTI que, además, pueden ser empleados para la comparación de tendencias a lo largo del tiempo.⁽²⁾

De ahí, que se plantea el problema científico siguiente: ¿Cómo contribuir con un sistema de indicadores que integre la gestión de la I+D+i en las Ecti, que sea de utilidad para la comparabilidad nacional e internacional y la autoevaluación del desempeño de estas entidades? Resulta novedoso el aporte al establecer un instrumento de medición para gestionar el desempeño de una entidad de ciencia, tecnología e innovación en el país.

El objetivo de esta investigación fue presentar una propuesta de guía de autoevaluación del desempeño de una entidad de ciencia, tecnología e innovación, así como, los resultados de su validación.

Métodos

Esta guía es una contribución al proceso de diseño de indicadores válidos y pertinentes para las Ecti. Se ha diseñado sobre la base de referentes internacionales: *National Research Council*,⁽³⁾ el Manual de Oslo (OECD/Eurostat),⁽⁴⁾ los indicadores establecidos por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (Rycit) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), a partir de la experiencia adquirida en la aplicación de dichos referentes en diferentes regiones y países para la comparabilidad internacional; además, de los indicadores propuestos para la evaluación y acreditación de las instituciones de Educación Superior cubana,⁽⁵⁾ Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente, así como la legislación vigente en Cuba.

Los factores clave que soportan el éxito de una organización I+D son:⁽³⁾ la misión de la organización y su alineación con el órgano superior, la pertinencia, el impacto del trabajo de la organización y los recursos proporcionados a la organización, que abarcan desde el personal hasta la gestión de alta calidad. Además, se incluyen otros recursos como su presupuesto, infraestructura y equipamiento capital.

La evaluación de la actividad de ciencia e innovación se abordó a partir del establecimiento de seis dimensiones: contexto institucional y pertinencia, potencial de ciencia y tecnología, investigación y desarrollo, innovación, gestión económica y financiera, balanza de pagos tecnológica (BAT). La valoración de las dimensiones se realiza a través de 15 variables y 39 indicadores. La tabla 1 presenta la guía de autoevaluación diseñada y en la figura 1 se muestra un resumen de su estructura.

Tabla 1 - Guía de autoevaluación del desempeño de una Ecti

Dimensión	Variable	Indicador
Contexto institucional y pertinencia	Diseño estratégico	¿Cuentan con proyección estratégica de ciencia, tecnología e innovación (CTI)?
		¿Cuentan con plan anual de ciencia, tecnología e innovación?
	Sistema de gestión de calidad y ambiental	Porcentaje de implementación del sistema de gestión de la calidad respecto a lo propuesto
		Porcentaje de implementación del sistema de gestión ambiental respecto a lo propuesto

Potencial de ciencia y tecnología	Potencial humano	Cantidad de personas en actividades científicas y tecnológicas y composición: edad, género, categorías: científica, docente y tecnológica, grados científicos. Se incluyen los adiestrados
		Formación, desarrollo y movilidad: cantidad de personas en formación dedicados a la actividad de ciencia e innovación (ACei): en becas, cursos nacionales e internacionales, por tipo de estudio y por ramas del conocimiento
		Cantidad de profesores e investigadores dedicados a la ACei en la formación de maestrantes y doctorandos
		Porcentaje de jóvenes en la reserva científica respecto a la cantidad total de jóvenes
	Infraestructura	Estado de las instalaciones, laboratorios, equipamiento, materiales e insumos para la realización de la ACei y sus producciones, según estándares requeridos
		Aseguramiento de recursos según Plan de la Economía y estándares requeridos.
		Existencia y utilización de: observatorio científico tecnológico, sistema de vigilancia e inteligencia empresarial
		Acceso y utilización por el personal dedicado a la ACei de: Internet, bases de datos remotas, bibliotecas digitales y otros recursos digitales publicados en las redes
		Estabilidad del suministro energético, agua y transportación
		Estado de la Ecti para enfrentar casos de desastres u otras contingencias (plan de riesgos por procesos /plan de prevención /plan de reducción de desastres y su financiamiento
Investigación y Desarrollo (I+D)	Proyectos	Planificación, seguimiento y control de proyectos
		Cartera de proyectos: cantidad de proyectos de investigación por tipo de I+D (proyectos asociados y no asociados a programas (nacionales, sectoriales, territoriales, empresariales, institucionales) y ramas del conocimiento (nacionales e internacionales)
		Cantidad de publicaciones científicas indexadas derivadas de los proyectos de investigación
	Investigación	Líneas de investigación en alineación con la misión de la entidad y asociadas a Programas Nacionales de CTI convocados por el país
		Relación publicación-resultado aplicado*
		Registro de publicaciones seriadas (publicaciones en Scopus, WoS, SciELO, <i>Chemical Abstracts</i>)
		Cumplimiento del plan de resultados (en porcentaje)

	Impactos	En el conocimiento científico y tecnológico: patentes solicitadas y otorgadas, registros, marcas, trabajos científicos publicados (en número)
		Cantidad de premios nacionales e internacionales obtenidos en el período
		Impacto (positivo, neutro o negativo) por el comercio de bienes de alta tecnología y la innovación tecnológica
	Gestión de la propiedad industrial	Cantidad de productos tecnológicos patentados o registrados durante el desarrollo del proyecto o como resultado de la ACeI
		Cantidad de productos tecnológicos en proceso de concesión de: patentes/modelos de utilidad
Solicitudes de marcas, y otros signos distintivos		
Innovación	Innovaciones	Cantidad de Innovaciones realizadas en el año (en productos; procesos tecnológicos; servicios y organizacionales)
		Cantidad de investigadores, personal de apoyo, estudiantes de pregrado y posgrado en las innovaciones descritas
	Resultados de la innovación	Generalización de los resultados de los proyectos de innovación
		Relevancia de los resultados finales de la innovación**
Gestión económica financiera	Medición de gastos e inversiones	Monto del gasto en ciencia y tecnología por tipo de actividad y fuente de financiamiento (en MP), respecto a su asignación en el plan económico anual de la entidad***
		Inversiones en ACeI por composición técnica (construcción y montaje, equipos, otros)
		Monto por la compra o pago por el uso de diferentes formas de propiedad intelectual
	Ingresos	Monto del ingreso obtenido por la ACeI
	Contratación y convenios	Cantidad de contratos y convenios firmados. De estos cuántos se están ejecutando en el año
Balanza de pagos tecnológica	Balanza comercial de productos de alto contenido tecnológico	Exportaciones totales y de productos innovados (en valores, comparándolo con el año anterior)
		Reducción de importaciones (en valores comparándolo con el año anterior)
	Bienes de alta tecnología (BAT)	Comercio de bienes de alta tecnología (en valores comparándolo con el año anterior)

Legenda: *Se mide en porciento: de 20 a 49 (mínimo), de 50 a 89 (medio), 90 y más (máximo). *** Desglosar por plan, real y por actividad.

Nota al pie: **Para este indicador, la entidad puede tener en cuenta los siguientes aspectos: -Nuevos productos, tecnologías transferidas, procesos o servicios en sectores estratégicos y en general, -Cantidad de productos y servicios resultados de la actividad de ciencia, tecnología e innovación, que aportan a la sostenibilidad ambiental, -Cantidad de nuevos productos aplicados en sectores estratégicos, - Incremento de las ventas, -Reducciones de costes de recursos por producto o servicio, -Reducciones de tiempo en los procesos de producción, distribución o comercialización, -Incremento de la productividad, -Mejora de la calidad de los productos, procesos o servicios existentes, -Satisfacción del cliente con las actividades de innovación, -Margen de explotación, -Incorporación de tecnologías

en la entidad, -Acuerdos de colaboración con otras entidades, -Proyectos de I+D+i que se desarrollan como resultado de la innovación, - Creación de MiPymes u otra forma productiva que asuma el resultado en producción o servicio.

Fuente: Elaboración propia.

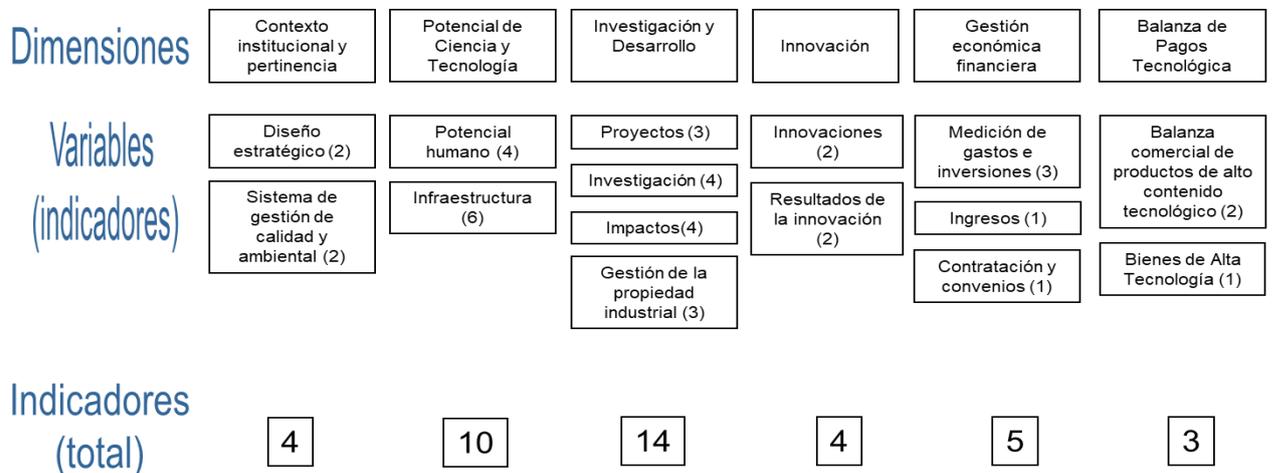


Fig. 1 – Estructura de la guía de autoevaluación del desempeño de una Ecti.

Desde el punto de vista metodológico, para la validación de la guía de autoevaluación del desempeño de una Ecti se aplicó el método Delphi de consulta a expertos.

Se diseñó un cuestionario para recoger la valoración del panel de expertos con relación a: si las dimensiones seleccionadas eran adecuadas, la correspondencia de las variables con su dimensión y la contribución del indicador a la medición de la variable.

Para fijar la cantidad de expertos consultados se siguió el criterio expuesto al respecto por García y Fernández;⁽⁶⁾ para un nivel de confianza del 95 % y un error medio grupal entre 0,85 y 1,2, entre cinco y nueve expertos, resulta adecuado.⁽⁷⁾ Se determinó el coeficiente de competencia de cada experto con el empleo del sistema automatizado para ejecutar el método de consulta a expertos desarrollado por Hurtado de Mendoza y Méndez.⁽⁸⁾

Para recoger la actitud de los expertos, respecto a los aspectos que se consultaron, se empleó la escala aditiva Likert, aplicada de forma autoadministrada: el experto selecciona la categoría que mejor describe su respuesta según la escala facilitada (muy adecuado (6), bastante adecuado (5), adecuado (4), poco adecuado (3) y no adecuado (2)). El instrumento introdujo la posibilidad de que el experto consultado pudiera expresar su desconocimiento

acerca del tema (no sé (1)) y emitir opiniones, sugerencias y/o propuestas; además, a los aspectos que no se seleccionaron se les asignó el valor cero.

El tratamiento estadístico de las respuestas se realizó con el empleo del paquete de programa estadístico profesional *Statistical Package for the Social Sciences SPSS* versión 19.0.

Se realizó el análisis de fiabilidad del cuestionario a través del cálculo del coeficiente alfa de Cronbach cuyo valor debe encontrarse entre 0,7 y 0,9.⁽⁹⁾

Para cada pregunta del estudio se determinó la mediana (m) como medida central de la tendencia de respuesta del grupo de expertos. Es decir, tal como indica la metodología Delphi, la mediana constituye la respuesta del grupo en este estudio.⁽⁹⁾

Se calculó, además, el rango intercuartílico (IQR) como diferencia entre los percentiles 25 y 75 con el objeto de medir la dispersión de la muestra,⁽¹⁰⁾ siendo esta inversamente proporcional al consenso grupal (es decir, a mayor rango, menor consenso).⁽⁹⁾ En este contexto, la unanimidad se consigue cuando $IQR = 0$ y se estimará un grado de convergencia aceptable (consenso) entre los expertos cuando $IQR \leq 1,5$.

Resultados y discusión

El panel de expertos consultados estuvo conformado por 12 profesionales (ocho de Ectis, pertenecientes al Ministerio de Educación Superior, tres al Ministerio de Salud Pública y uno al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente) con una amplia experiencia científica y profesional, vinculada con la actividad de ciencia e innovación, y más de 25 años de experiencia. A cada uno de los expertos se le determinó su coeficiente de competencia que se encontró en un rango alto de entre 0,85 y 1,0, por lo que las opiniones de todos los expertos consultados se incluyeron en el estudio.

El coeficiente alfa de Cronbach se obtuvo con un valor de 0,987, lo que demuestra la consistencia interna del instrumento empleado.

Los resultados de la valoración de las dimensiones por los expertos consultados (tabla 2) muestran que la media se encontró por encima de cuatro (adecuada) para todas; el menor valor resultó para innovación (4,67) y el más alto para potencial de ciencia y tecnología

(5,25). La moda fue igual a seis (muy adecuada) para todas las dimensiones. Los valores de la mediana se mantuvieron entre cinco (bastante) y seis (muy adecuada) para las dimensiones declaradas, por lo que se puede concluir que las dimensiones seleccionadas son adecuadas para valorar el desempeño de una Ecti. El rango intercuartílico resultó igual a dos (4,00–6,00) para tres dimensiones y 1,75 (4,25–6,00) para las otras tres dimensiones.

Tabla 2 - Resultados estadísticos de la valoración de las dimensiones

Dimensión	Media		Mediana		Moda		IQR	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
Ronda de consulta a expertos								
Contexto institucional y pertinencia	5,08	5,33	5,50	6,00	6	6	1,75	1,50
Potencial de ciencia y tecnología	5,25	5,56	6,00	6,00	6	6	1,75	1,00
Investigación y desarrollo (I+D)	4,83	5,56	5,50	6,00	6	6	1,75	1,00
Innovación	4,67	5,22	5,00	6,00	6	6	2,00	1,50
Gestión económica financiera	5,00	5,22	5,50	6,00	6	6	2,00	2,00
Balanza de pagos tecnológica	4,83	5,11	5,50	6,00	6	6	2,00	2,00

Fuente: Elaboración propia.

La correspondencia de las variables diseñadas con sus respectivas dimensiones fue valorada y las medianas obtuvieron valores en el rango entre cuatro y seis (de adecuada a muy adecuada) (tabla 3). La variable *sistema de gestión de calidad y ambiental* alcanzó el menor valor de la mediana (4,00), que responde a una adecuada correspondencia con su dimensión *contexto institucional y pertinencia*. Once variables tuvieron a seis (muy adecuada) como moda, dos a cuatro (*diseño estratégico y sistema de gestión de calidad y ambiental (SGCyA)* de la dimensión *contexto institucional y pertinencia*) y dos (*infraestructura* de la dimensión *potencial de ciencia y tecnología y propiedad industrial* de la dimensión *investigación y desarrollo*) tuvieron múltiples valores de moda, aunque cuatro fue su menor valor. Con relación al rango intercuartílico, el mayor valor (IQR = 2,5) resultó para *infraestructura* (3,25–5,75), mientras que las variables *proyectos e investigación*, de la dimensión *investigación y desarrollo*, obtuvieron un grado de convergencia aceptable (consenso) (IQR = 1); los valores de IQR para el resto de las variables se encontraron entre 1,75 y 2.

Tabla 3 - Resultados estadísticos de la valoración de la correspondencia de las variables con su dimensión

Variable	Media		Mediana		Moda		IQR	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
Ronda de consulta a expertos								
Diseño estratégico	4,92	5,00	5,00	5,00	4	4a	2,00	2,00
Sistema de gestión de calidad y ambiental	4,58	4,78	4,00	5,00	4	6	2,00	2,00
Potencial humano	5,08	5,33	5,50	6,00	6	6	1,75	1,50
Infraestructura	4,25	4,56	4,50	5,00	4a	5	2,50	2,00
Proyectos	5,00	5,56	5,50	6,00	6	6	1,00	1,00
Investigación	5,00	5,56	5,50	6,00	6	6	1,00	1,00
Impactos	4,83	5,33	5,00	6,00	6	6	1,75	1,50
Gestión de la propiedad industrial	4,17	5,00	4,50	5,00	4a	4a	2,00	2,00
Innovaciones	4,67	5,00	5,00	5,00	6	6	2,00	2,00
Resultados de la innovación	4,67	5,00	5,00	5,00	6	6	2,00	2,00
Medición de gastos e inversiones	4,75	5,11	5,50	6,00	6	6	2,00	2,00
Ingresos	4,92	5,33	6,00	6,00	6	6	1,75	1,50
Contratación y convenios	4,67	5,00	6,00	6,00	6	6	1,75	1,50
Balanza comercial de productos de alto contenido tecnológico	4,58	5,00	5,50	6,00	6	6	2,00	2,00
Bienes de alta tecnología (BAT)	4,58	5,00	5,50	6,00	6	6	2,00	2,00

Legenda: a. Existen múltiples valores de la moda. Se muestra el valor menor.

Fuente: Elaboración propia.

La asimetría en la valoración brindada por los expertos de la contribución de los indicadores diseñados a la medición de sus respectivas variables se incrementó considerablemente, lo que se observa en los valores obtenidos en las medianas y los rangos intercuartílicos. Los valores de las medianas se encontraron entre cuatro y seis (de adecuada a muy adecuada) (tabla 4), para determinar la contribución de los indicadores diseñados a la medición de las variables, excepto dos indicadores (*equipamiento, materiales, insumos e instalaciones y laboratorios*, relacionados con la variable *infraestructura*, cuya mediana fue de tres (poco adecuada)), que representan el 5,1 % del total de indicadores. Los valores de los rangos intercuartílicos fueron igual y mayor que dos para todos los indicadores propuestos y el 46,2 % de estos resultaron con valores superiores a tres: el 15,4 % con $3 \leq \text{IQR} < 4$ (cantidad de personas en actividades de CTI, líneas de investigación nueve (23,1 %) ($4 \leq k < 5$)).

Tabla 4 - Resultados estadísticos de la valoración de la contribución de los indicadores a la medición de las variables

Indicador	Media		Mediana		Moda		IQR	
	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da	1ra	2da
Ronda de consulta a expertos					1ra	2da		
¿Cuentan con proyección estratégica de ciencia, tecnología e innovación (CTI)?	4,50	5,00	4,50	5,00	4	4a	2,00	2,00
¿Cuentan con plan anual de ciencia, tecnología e innovación?	3,83	4,56	4,00	5,00	6	6	4,50	2,50
Implementación del sistema de gestión de la calidad	4,33	4,78	4,50	5,00	4a	6	2,00	2,00
Implementación del sistema de gestión ambiental	4,17	4,67	4,00	5,00	4a	6	2,75	2,50
Cantidad de personas en actividades científicas y tecnológicas y composición	3,92	4,44	4,00	5,00	6	6	3,00	2,00
Formación, desarrollo y movilidad: cantidad de personas en formación dedicado a la actividad de ciencia e innovación (ACEi)	4,08	4,67	4,50	5,00	6	6	2,50	2,50
Cantidad de profesores e investigadores dedicados a la ACEi en la formación de maestrantes y doctorandos	3,25	4,11	4,00	5,00	6	6	5,75	4,00
Jóvenes en la reserva científica respecto a la cantidad total de jóvenes	3,75	4,78	4,50	6,00	6	6	5,00	2,00
Estado de las instalaciones, laboratorios, equipamiento, materiales e insumos	3,42	4,11	3,00	4,00	3a	6	4,50	3,00
Aseguramiento de recursos según plan de la economía y estándares requeridos	3,42	4,11	3,00	4,00	3a	6	4,50	3,00
Existencia y utilización de: Observatorio científico tecnológico, sistema de vigilancia e inteligencia empresarial	3,67	4,44	4,00	4,00	4a	4a	4,50	2,00
Acceso y utilización de: Internet, bases de datos remotas, bibliotecas digitales y otros recursos digitales publicados en las redes	4,17	5,11	5,50	6,00	6	6	4,50	1,00
Suministro energético, agua y transportación	3,92	4,78	4,50	6,00	6	6	4,50	2,00
Estado de la Ecti para enfrentar casos de desastres u otras contingencias	4,25	5,00	5,00	5,00	6	6	2,75	2,00
Planificación, seguimiento y control de proyectos	4,58	5,44	5,50	6,00	6	6	2,00	1,50

Cartera de proyectos	4,25	5,22	4,50	6,00	6	6	2,75	2,00
Publicaciones científicas indexadas	4,50	5,56	5,00	6,00	6	6	2,50	1,00
Líneas de investigación	4,50	5,67	5,50	6,00	6	6	3,25	1,00
Relación publicación–resultado aplicado	4,00	5,00	5,00	5,00	5	5	3,50	1,50
Registro de publicaciones seriadas	3,92	4,89	4,50	5,00	5	5	2,50	1,50
Cumplimiento del plan de resultados	3,92	4,78	4,50	6,00	6	6	4,50	2,00
En el conocimiento científico y tecnológico: patentes solicitadas y otorgadas, registros, marcas, trabajos científicos publicados (en número)	4,25	5,33	5,00	6,00	6	6	3,50	1,50
Cantidad de premios nacionales e internacionales obtenidos en el período	4,42	5,56	5,50	6,00	6	6	3,50	1,00
Impacto (positivo, neutro o negativo) por el comercio de bienes de alta tecnología y la innovación tecnológica	3,75	4,67	4,00	6,00	6	6	4,75	2,00
Cantidad de productos tecnológicos patentados o registrados	4,33	5,11	5,00	6,00	6	6	2,75	2,00
Cantidad de productos tecnológicos en proceso de concesión de: patentes/modelos de utilidad	4,33	5,11	5,00	6,00	6	6	2,75	2,00
Solicitudes de marcas, y otros signos distintivos	3,67	4,22	5,00	5,00	6	6	5,75	3,00
Cantidad de innovaciones realizadas en el año	4,33	5,11	5,00	6,00	6	6	2,75	2,00
Cantidad de investigadores, personal de apoyo, estudiantes de pregrado y posgrado en las innovaciones descritas	4,42	5,22	5,00	6,00	6	6	2,00	2,00
Generalización de los resultados de los proyectos de innovación	4,33	5,11	5,00	6,00	6	6	2,75	2,00
Relevancia de los resultados finales de la innovación	4,33	5,11	5,00	6,00	6	6	2,75	2,00
Monto del gasto en ciencia y tecnología	4,50	5,22	5,50	6,00	6	6	2,75	1,50
Inversiones en ACeI por composición técnica (construcción y montaje, equipos, otros)	4,50	5,22	5,50	6,00	6	6	2,75	1,50
Monto por la compra o pago por el uso de diferentes formas de propiedad intelectual	4,17	4,78	5,50	6,00	6	6	4,50	2,00
Monto del ingreso obtenido por la ACeI	4,50	5,22	5,50	6,00	6	6	2,75	1,50
Cantidad de contratos y convenios firmados	4,67	5,44	6,00	6,00	6	6	2,50	1,00

Exportaciones totales y de productos innovados	4,25	4,89	5,00	5,00	6	6	3,00	2,50
Reducción de importaciones	4,58	5,33	6,00	6,00	6	6	2,75	1,50
Comercio de bienes de alta tecnología	4,42	5,11	5,00	5,00	6	6	2,75	1,0

Leyenda: Los valores sombreados corresponden a las variaciones en la segunda ronda de consulta.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados del cálculo del rango intercuartílico (k) determinó que no existe consenso para las dimensiones (tabla 2), las variables (tabla 3) ni los indicadores (tabla 4), pues sus valores fueron superiores a 1,5, por lo que se realizó una segunda consulta a los expertos.

En la segunda consulta se presentaron los resultados obtenidos con su análisis y se solicitó a los expertos que realizaran una nueva valoración. De los 12 expertos participantes en la primera ronda, nueve devolvieron sus respuestas, las cuales fueron consideradas en su totalidad.

Los valores de la media y mediana se incrementaron para todas las dimensiones (celdas sombreadas) en la segunda ronda, mientras que la moda se mantuvo en seis (muy adecuada). Los rangos intercuartílicos disminuyeron en cuatro de las dimensiones (celdas sombreadas), las cuales obtuvieron consenso al resultar $IQR \leq 1,5$ (celdas con cifras en negritas). Solo no obtuvieron consenso las dimensiones económicas: gestión económica financiera y balanza de pagos tecnológicos ($IQR = 2$).

Las respuestas sobre la correspondencia de las variables diseñadas con sus respectivas dimensiones dieron lugar al incremento de todos los valores de la media (tabla 3). Los valores de la mediana se incrementaron para 10 de las 15 variables, y se encuentran en el rango de cinco (bastante adecuada) y seis (muy adecuada). En dos variables se modificó su moda de 4 a 6 (sistema de gestión de calidad y ambiental) y de 4a a 5 (infraestructura,) solo dos tienen un valor de cuatro (adecuada).

Con relación a los rangos intercuartílicos, cinco variables disminuyeron su valor, lo que permitió que cuatro resultaran igual a 1,5 (potencial humano, impactos, ingresos, contratación y convenios) y junto a otras dos (proyectos, investigación) ($IQR = 1$) implicaran consenso, para un 40 % del total de las variables.

La contribución de los indicadores diseñados a la medición de sus respectivas variables también obtuvo mejores resultados estadísticos (tabla 4). Los valores de la media de todos los indicadores se ubicaron por encima de cuatro (adecuada la contribución). La moda se modificó, alcanzando el valor de seis (muy adecuado) en cuatro indicadores, que en la primera ronda habían presentado múltiples valores y dos de ellos se mostraron con el menor valor (3-poco adecuada: estado de las instalaciones, laboratorios, equipamiento, materiales e insumos y aseguramiento de recursos, según plan de la economía y estándares requeridos, ambos contribuyen a la variable infraestructura).

Los valores de las medianas se encontraron entre cuatro y seis (de adecuada a muy adecuada). Debe señalarse que se incrementaron para el 84,6 % de los indicadores; solo seis indicadores mantuvieron su anterior valor: existencia y utilización de: observatorio científico tecnológico, sistema de vigilancia e inteligencia empresarial, solicitudes de marcas y otros signos distintivos, cantidad de contratos y convenios firmados, exportaciones totales y de productos innovados, reducción de importaciones, comercio de bienes de alta tecnología. El menor valor (4–adecuada contribución) se presentó para tres de los indicadores que se emplean en la valoración de la variable infraestructura (estado de las instalaciones, laboratorios, equipamiento, materiales e insumos; aseguramiento de recursos según plan de la economía y estándares requeridos; existencia y utilización de: observatorio científico tecnológico, sistema de vigilancia e inteligencia empresarial).

Los resultados obtenidos en la segunda ronda mostraron una disminución de la asimetría en la dispersión de los valores correspondientes a los indicadores. Solo cuatro indicadores mantuvieron los valores del rango intercuartílico (¿cuentan con proyección estratégica de ciencia, tecnología e innovación (CTI)?; implementación del sistema de gestión de la calidad; formación, desarrollo y movilidad: cantidad de personas en formación dedicado a la actividad de ciencia e innovación; cantidad de investigadores, personal de apoyo, estudiantes de pregrado y posgrado en las innovaciones descritas). El 36 % de los indicadores (14) alcanzaron un consenso aceptable pues su IQR resultó menor o igual a 1,5 (en negritas en la tabla 4), que corresponden a las variables: infraestructura (un indicador de seis), proyecto (dos indicadores de tres), Investigación (tres indicadores de cuatro), impacto (dos indicadores de tres), medición de gastos e inversiones (dos indicadores de tres), ingresos (un indicador de uno), contratación y convenios (un indicador de uno), balanza

comercial de productos de alto contenido tecnológico (un indicador de dos) y bienes de alta tecnología (un indicador de uno).

Conclusiones

La mediana como medida central de la tendencia de respuesta del grupo de expertos obtuvo valores de entre cuatro (adecuado) y seis (muy adecuado) para las dimensiones, variables e indicadores diseñados para valorar el desempeño de una entidad de ciencia, tecnología e innovación.

Los valores de los rangos intercuartílicos mostraron que existió una alta dispersión en las valoraciones de los expertos, que se incrementaron considerablemente en las respuestas relacionadas con la contribución de los indicadores a la medición de los variables, lo que condujo a la realización de una segunda ronda de consulta a los expertos.

La realización de una segunda ronda de consulta contribuyó al refinamiento de los resultados, pues se incrementaron los valores de la media para todas las dimensiones, variables e indicadores; la mediana se incrementó para todas las dimensiones, el 66,7 % de las variables y el 84,6 % de los indicadores, con valores superiores a 4,00 (adecuada) en todos los casos.

Aunque no se alcanzó consenso para todas las dimensiones, variables e indicadores diseñados, el 66,7 % de las dimensiones, 40 % de las variables y 36 % de los indicadores obtuvieron un consenso aceptable en la valoración realizada, al resultar su rango intercuartílico igual o menor a 1,5.

Las dimensiones diseñadas son adecuadas para la autoevaluación del desempeño de una entidad de ciencia, tecnología e innovación; las variables tienen una adecuada correspondencia con sus dimensiones y los indicadores contribuyen de forma adecuada a la medición de sus respectivas variables.

Referencias bibliográficas

1. Triana Velázquez Y, Díaz Pérez M, García Rodríguez I. Modelo de gestión del conocimiento para las actividades de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente

[Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas]. La Habana: Universidad Politécnica de la Habana: Facultad de Ingeniería Industrial; 2021

2. Polino C, Castelfranchi Y. Percepción pública de la ciencia en Iberoamérica. Evidencias y desafíos de la agenda de corto plazo. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. 2019 [acceso 05/03/2022];14(42):115-36. Disponible en: <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/136/0>

3. National Research Council. *Best Practices in Assessment of Research and Development Organizations*. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17226/13529>

4. OECD/Eurostat. *Manual de OSLO. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. España: Comunidad Europea: TRAGSA; 2018 [acceso 05/03/2022]. Disponible en: <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001708.pdf>

5. Ministerio de Educación Superior. Resolución No. 150/18. Reglamento del Sistema de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior (SEAES). La Habana; 2018.

6. García L, Fernández S. Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupos de expertos. *Ingeniería Energética*. 2008 [acceso 05/03/2022];29(2):46-50. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3291/329127758006.pdf>

7. Filgueiras ML. Creación y Desarrollo de Capacidad de Absorción de Tecnología en Organizaciones de Base Productiva de la Generación Distribuida Cubana [Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas];2013 [acceso 05/03/2022]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/272351501>

8. Hurtado de Mendoza S, Méndez TD. Sistema automatizado del Método de Consultas a Expertos. [*software* de computadora en CD-ROM]. Cuba: Centro de Documentación del Centro de Estudios Contables, Financieros y de Seguros, 2017.

9. Elías LL. Sistema de indicadores para valorar la formación y el desarrollo de expertos docentes y de investigadores en las universidades. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*. 2019 [acceso 05/03/2022];30(4). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2307-21132019000400005&script=sci_abstract

10. García Garmendia JL, Maroto Monserrat F. Interpretación de resultados estadísticos. *Medicina Intensiva*. 2018;42(6):370-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.medin.2017.12.013>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Marlene Martínez Navarro.

Curación de datos: Rosa Mayelín Guerra Breña.

Análisis formal: Lidia Lauren Elías Hardy.

Supervisión: Pedro L. Romero Suárez.

Recursos: Marlene Martínez Navarro, Pedro L. Romero Suárez.

Investigación: Marlene Martínez Navarro, Pedro L. Romero Suárez, Marisol González Pérez, Rosa Mayelín Guerra Breña.

Metodología: Marlene Martínez Navarro.

Administración del proyecto: Marisol González Pérez.

Redacción – borrador original: Marlene Martínez Navarro, Pedro L. Romero Suárez, Marisol González Pérez.

Redacción – revisión y edición: Rosa Mayelín Guerra Breña.