



dirección

septiembre del 2001

MEDICIÓN DE LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS E INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Resumen / Abstract

Se exponen los presupuestos teóricos y metodológicos para la selección y determinación de los indicadores de ciencia y tecnología, así como una propuesta en proceso de validación enmarcada en la medición de los resultados de los programas de investigación y servicios científico-técnicos para una institución universitaria.

This work follow a methodological and theoretical approach to select and determine the technological and science standards. It also makes a proposal, which is to be applied in the testing process, taking into account the result measurements of the research program and scientific and technical service for a university institution.

Palabras claves / Key words

Indicadores de ciencias y tecnología, medición, actividad científica y tecnológica

Standards of science and technology, measurements, technological and scientific activities

Salvador Munoz Gutiérrez, Licenciado en Economía, Doctor en Ciencias Económicas, Profesor Auxiliar, Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETDIR), Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (ISPJAE)

e-mail: salvador@ind.ispjae.edu.cu

María del Carmen Armenteros Acosta, Licenciada en Historia y en Ciencias Políticas, Doctora en Ciencias Económicas, Profesora Titular, Dirección de Ciencias Sociales, ISPJAE

e-mail: mari@gest.ispjae.edu.cu

Oscar Chassagnes Izquierdo, Licenciado en Economía, Máster en Economía de la Innovación, Asistente, Dirección de Ciencias Sociales, ISPJAE

Willman Cedeño Chávez, Licenciada en Economía, Máster en Ciencias Económicas, Asistente, Dirección de Ciencias Sociales, ISPJAE

Antonio Zaldívar Castro, Licenciado en Economía, Máster en Relaciones Internacionales, Asistente, Dirección de Ciencias Sociales, ISPJAE

Caridad Vega García, Licenciada en Economía, Asistente, Dirección de Ciencias Sociales, ISPJAE, Ciudad de La Habana

INTRODUCCIÓN

Los centros de Educación Superior, como instituciones sociales deben desempeñar dos funciones fundamentales: la formación de profesionales y la investigación científica. Tanto en una como en la otra, se invierten cuantiosos medios por lo que deben generar resultados de los que se sirva la sociedad. Es entonces cuando se necesita de criterios e indicadores que permitan la medición y la evaluación objetiva de estas dos funciones en cualquiera de los niveles o entidades en que se organizan estos procesos en las instituciones de la Educación Superior; se necesita medir su desempeño.

Un sistema de indicadores de ciencias y tecnologías confiables, comparables, eficientes y pertinentes dotaría a los gestores de la actividad científica y tecnológica en las universidades de una herramienta básica para ese propósito, a la vez que permitiría tener los elementos para el diseño de estrategias, el análisis y la toma de decisiones, en fin, para la gestión de las actividades de ciencias y tecnologías.

En el presente trabajo se exponen los presupuestos teóricos y metodológicos para la selección y determinación de los indicadores de ciencia y tecnología, así como una propuesta en proceso de validación enmarcada en la medición de los resultados de los programas de investigación y servicios científico-técnicos para una institución universitaria.

IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

La creciente importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo económico y social de los países, el interés por la rentabilidad de los recursos dedicados a las actividades de investigación y

desarrollo, la necesidad de su orientación hacia las áreas científicas y tecnológicas que se correspondan con las prioridades económicas, políticas y sociales, así como la determinación de las capacidades científicas y tecnológicas endógenas, explican la conveniencia de la medición de los resultados (*output*) que se derivan de la labor investigativa y sus impactos económicos y sociales.

En las condiciones económicas de Cuba, la limitación de recursos disponibles para las actividades de investigación y desarrollo exigen de las instituciones que se dedican a estas labores la utilización más racional y efectiva de ese patrimonio.

Los centros de Educación Superior -como instituciones sociales- deben desempeñar dos funciones fundamentales: la formación de profesionales y la investigación científica. Tanto en una como en la otra actividad se invierten cuantiosos medios por lo que deben generar resultados de los que se sirva la sociedad. Es entonces cuando se necesita de criterios e indicadores que permitan la medición y la evaluación objetiva de estas dos funciones en cualquiera de los niveles o entidades en que se organizan estos procesos en las instituciones de la Educación Superior; se necesita medir su desempeño.

Un sistema de indicadores de ciencia y tecnología -confiables, comparables, eficientes y pertinentes-, dotaría a los gestores de la actividad científica y tecnológica en las universidades de una herramienta básica para ese propósito, a la vez que permitiría tener los elementos para el diseño de estrategias, el análisis y la toma de decisiones, en fin, para la gestión de las actividades de ciencia y tecnología.

Son los gestores de estas instituciones los encargados de llevar a cabo el control, la medición y evaluación de las actividades que se relacionan con las esferas de la ciencia y la tecnología.

ANTECEDENTES DE LA MEDICIÓN DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

La medición está asociada a la problemática de los indicadores, estadísticas y contabilidad de la ciencia y la tecnología.

Por indicadores de ciencia y tecnología se entienden:

...series de datos diseñados para responder preguntas sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología, su estructura interna, su relación con la economía, el medio ambiente y la sociedad y la medida en que satisface las metas de quienes lo administran, trabajan en él o están afectados de alguna otra manera por sus efectos.

Los primeros pasos en el intento por generar estadísticas de ciencia y tecnología, tuvieron lugar en la década de 1960 por la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de los Estados Unidos. La OCDE ha sido el principal organismo internacional que en las últimas décadas ha realizado el mayor empeño en el desarrollo de indicadores de ciencia y tecnología, consecuencia de ello han

sido las diferentes ediciones de los Manuales de Frascati, de Oslo y Anuario Estadístico de la UNESCO.

De forma general, y a pesar de sus imperfecciones, se utilizan en el mundo dos grandes grupos de indicadores para medir las actividades científicas y tecnológicas y efectuar comparaciones: **Indicadores de gastos (*input*) e indicadores de producto (*output*)**, estos últimos fundamentalmente de carácter bibliométricos de la producción científica y tecnológica. Los indicadores de innovación tecnológica y de impacto socioeconómico, son un campo de estudio en la actualidad, donde solo se han dado pasos iniciales.

Los Talleres Iberoamericanos, promovidos por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Red Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología de la OEA, constituyen un esfuerzo para la reflexión creativa acerca del problema de la construcción de indicadores de Ciencia y Tecnología adecuados para la región, que incluya elementos de normalización internacional (con indicadores comparables internacionales utilizando conceptos de países avanzados) sin renunciar a la identificación de especificidades regionales y nacionales.

PRESUPUESTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA LA SELECCIÓN Y DETERMINACIÓN DE LOS INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

- La construcción de indicadores nuevos o la adaptación de los ya existentes tiene como requerimiento previo tener claramente definido el objeto que se quiere medir, determinar con exactitud las actividades que deben ser consideradas y las dimensiones de las mismas. Frecuentemente el fracaso de un sistema de indicadores radica en que el proceso comienza sin esta clarificación y completamente a la inversa.¹

La calidad de los indicadores dependerá de una clara definición de los supuestos teóricos que los sustentan y de los propósitos de la evaluación. En el caso analizado, la identificación de lo que se entiende por Actividad Científica y Tecnológica (ACT) y la comprensión del concepto de innovación constituyen premisas conceptuales para avanzar en el diseño de indicadores para los centros universitarios.

La identificación del concepto base de I+D (Investigación + Desarrollo), es un requisito preliminar para la caracterización de la actividad científica y tecnológica universitaria.

La I+D comprendida como "el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de los conocimientos humanos, culturales y sociales y el uso de los conocimientos para derivar en nuevas aplicaciones",² ubica el proceso de innovación solo en su etapa o concepción de inventiva y limitado a la actividad propiamente académica o investigativa sea básica o aplicada. Esta conceptualización aún constituye la forma fundamental y predominante en el ámbito mundial.

Sin embargo, en los últimos estudios realizados en los años 90 vinculados a la medición de la producción científica y tecnológica en diferentes instituciones y países, se introduce el término actividad científica y tecnológica como "las actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científico-técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología". El núcleo de la misma está integrado por I+D, educación-**capacitación y los servicios científico-tecnológicos.**

Se entiende la I+D como el proceso que abarca investigaciones (básicas y aplicadas), proporcionando conocimientos científicos y tecnológicos, los cuales a través del **desarrollo** se convierten en tecnologías de producto, proceso, organizacional o de servicios con el fin de ser introducidas en la producción para garantizar un desempeño económico competitivo.

Otra consideración teórica importante, la constituye el lugar de la innovación dentro de las actividades científicas y tecnológicas que se desarrollan en estos centros. Un análisis a las actividades que en ellos se realizan no puede pasar por alto que entre ellas se halla -en mayor o menor magnitud dependiendo de las características del centro en cuestión- la producción, el servicio posventa y la comercialización, lo cual rebasa el concepto tradicional de la I+D.

La implantación como objetivo de este proceso, exige ingenierización, servicios científico-técnicos en cuanto a la calificación de los recursos humanos, las modificaciones a introducir en las plantas industriales y el seguimiento de las capacidades productivas creadas a través de la transferencia de tecnología horizontal y(o) vertical, e incluso la producción, el servicio de posventa y la explotación comercial directa de producciones especializadas de productos nuevos o mejorados para el sector o mercado nacional. Ello constata la existencia de actividades de interfaz e innovativas en la ACT universitaria.

Por ello, para la medición de los resultados científico-tecnológicos y de innovación de las universidades, sus facultades y centros de I+D de Cuba, el concepto de ACT -por el alcance y amplitud de sus mediciones- es el más adecuado a las funciones y actividades principales de los mismos.

- Las instituciones universitarias están encargadas de llevar a cabo el control, la medición y evaluación de las actividades que se relacionan con la esfera de la ciencia y la tecnología. Esclarecer el propósito y lugar de la evaluación constituye un requisito metodológico en la definición de los indicadores.

El control es un concepto más amplio que el de medición y evaluación. Significa la medición o comprobación del desempeño (comportamiento) de la organización para verificar si los objetivos de los planes diseñados se están cumpliendo y en consecuencia tomar las medidas correctivas que se requieran.

Es un proceso de tres pasos:

- Se mide el desempeño, observando el avance hacia objetivos previamente establecidos.
- Se analizan los resultados de la medición evaluando lo que queda por hacer.

- Se adoptan las acciones correctivas necesarias para alcanzar o sobrepasar los objetivos propuestos.

La **medida** es por tanto, solo un paso del proceso de control y como parte del trabajo del gestor abarca varios momentos:⁴

1. Diseñar y establecer medios y sistemas de medida.
2. Registrar e informar de los resultados a las personas correspondientes.
3. Analizar, valorar e interpretar los resultados medidos.
4. Dar publicidad a los sistemas de medida, medios y resultados
5. Emplear los resultados de las medidas para reajustar continuamente la tarea de medición.
6. Juzgar y tomar decisiones razonadas, objetivas y oportunas para llevar a cabo la medida del trabajo y su avance.

La evaluación conlleva una medición, pero no se limita a ella. Es el proceso "por el que se determina el valor o cantidad de una entidad específica, como por ejemplo, las causas de las desviaciones significativas respecto a los resultados planificados".⁴ Durante la evaluación se determinan las causas de las desviaciones importantes respecto a los resultados planificados y se valoran, de ser necesarias, las acciones correctivas para alcanzar o sobrepasar los objetivos.

Entonces, la propuesta que se presenta esta enmarcada en la **medición de los resultados de los programas de investigación y servicios científico-técnico de la institución**, como un elemento que brinda información para el control y evaluación. Además, no esta dirigida a la valoración del desempeño **en el proceso de investigación** lo cual exigiría una búsqueda y generación de conocimientos en esta área por medio de métodos científicos.

FACTORES QUE INCIDEN NEGATIVAMENTE EN LA MEDICIÓN DE LA ACT EN LAS INSTITUCIONES UNIVERSITARIAS

Los intentos por medir la ACT en las instituciones universitarias son relativamente recientes y en la actualidad varios factores conspiran en contra de sus objetivos fundamentales que como se analizó anteriormente deben servir a los gestores de esta actividad para mejorar el desempeño de sus centros. Estos agentes actúan tanto desde el interior de los centros como desde el exterior. Entre ellos se pueden citar los siguientes:

- Las metodologías de medición (estadísticas e indicadores) están poco trabajadas, su utilización es formal y no han servido de insumo para la toma de decisiones y la gestión. Lo anterior no es una dificultad visible solamente en los centros de I+D universitarios sino también en otras instituciones de I+D de importancia ramal.

- El sistema de indicadores que actualmente utilizan los centros de I+D no parte de un análisis de las condiciones particulares de cada institución, de sus objetivos específicos, ni del estudio de las actividades científico-tecnológicas que en ellos tiene lugar, su finalidad no está en servir a las necesidades del centro en cuestión sino, a las necesidades de recopilar información

sobre las ACT que tienen los vicerrectorados de investigación de las universidades, los departamentos que recopilan esa información en los Ministerios de Educación y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente para la conformación de sus indicadores macro. Aun cuando comprenden estas limitaciones, hay reticencias por directivos de las instituciones científicas para adoptar nuevas herramientas, ya sea porque no le ven la utilidad que pueda derivarse de estas o por la peregrina de romper con lo que han venido haciendo durante años.

- Se evidencia insuficiencias tanto en el orden conceptual como el práctico y carencia de criterios homogéneos por el personal de estos centros para la valoración de la actividad científico-tecnológica; echo que se manifiesta a la hora de valorar los diferentes criterios -tanto por su importancia, como por su utilización- que deben medir los resultados del personal y la institución. Esto ratifica la necesidad de realizar actividades de sensibilización en las organizaciones con la problemática de la medición de los resultados e impacto de la ACT y su estado en el ámbito mundial y del país como fase preparatoria que permita determinar el objetivo de la evaluación del desempeño de la entidad universitaria de I+D, así como la caracterización de las diferentes etapas y los productos de su actividad innovativa, como elementos decisivos para la determinación del sistema de criterios e indicadores en la evaluación del desempeño de la misma.

- De forma general, se aprecia la subestimación de la actividad comercializadora aún cuando cada vez es más claro para sus directivos que los recursos que esta genera son los que le permitirán contar con los insumos necesarios para sus investigaciones. En las bases para el perfeccionamiento de las UCT está claramente definido que la autogestión es un principio fundamental en el funcionamiento de estas instituciones. Posiblemente en esta actitud ejerza una considerable influencia la limitada libertad que aún tienen para su ejecución y para disponer de los recursos que ingresan.

- Es aún limitada la difusión de las nuevas tecnologías creadas en la producción y los servicios, lo que evidencia un relativo retraso con relación a las demandas que generan estos sectores y el aún débil vínculo universidad - empresa.

- Los centros de I+D-al menos los que son objeto de estudio, no solo son agentes sino que desarrollan el ciclo completo de innovación tecnológica. De ahí la importancia que tienen los indicadores de innovación, por ahora ausentes en la metodología.

- Persisten factores externos a las instituciones científicas que entorpecen la percepción acerca de la importancia de estos indicadores en la gestión de los centros:

- Reglamentaciones financieras y contables establecidas en el país para los centros de I+D, como entidades presupuestadas, las cuales dificultan y no permiten llevar un seguimiento adecuado de sus gastos e insumos.

- Insuficientes estímulos para la introducción de resultados de I+D.

- Cuestiones relacionadas con el estatus jurídico de algunos centros. Insuficiente personalidad jurídica y económica propia.

INDICADORES PARA LA MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO EN LAS UNIVERSIDADES. PROPUESTA PARA EL ISPJAE

La selección de los indicadores se realiza a partir de la definición de criterios y la tipología existente.

• Criterios para la medición de la actividad científica y tecnológica.

La efectividad del desempeño de la ACT se medirá a partir de los resultados obtenidos (productos, procesos o servicios) en un año natural. Esta debe responder a los siguientes criterios:

Pertinencia: como la respuesta a las prioridades económicas y sociales del país en el contexto nacional e internacional, así como el cambio efectuado sobre la sociedad, como expresión de la relevancia social y el prestigio internacional.

Eficiencia: como la comparación de los efectos económicos de la generación de productos tangibles o intangibles con una disminución de los recursos materiales, humanos, financieros e informativos.

Eficacia: como la comparación entre los resultados obtenidos con las metas u objetivos propuestos en la organización.

• Grupo de indicadores

De acuerdo con la tipología de la OCDE y su labor normalizadora con relación a los indicadores de ciencia y tecnología, estos se clasifican en cuatro tipos de indicadores:

- Indicadores de insumo
- Indicadores de producto
- Indicadores de innovación
- Indicadores de impacto social

Indicadores de insumos

Son los más conocidos y los más frecuentemente utilizados, abarcan sobre todo los gastos en investigación y desarrollo y en potencial humano, tanto en personas físicas como en equivalencia de dedicación plena (EDP).

Indicadores de producto

Los indicadores de producto tienen el propósito de medir los resultados obtenidos a partir de los recursos utilizados. Una metodología que permita la valoración cuantitativa de los indicadores de salida en la actualidad todavía encuentra dificultades.

Los indicadores de este tipo más utilizados son los bibliométricos (número de referencias y citas sobre publicaciones científicas) y los de patentes. Los primeros son una de las herramientas más utilizadas para la medición del producto de la investigación científica, de su avance; los segundos, generalmente utilizados en la medición del producto de la investigación tecnológica, de la productividad tecnológica.

Con relación a los indicadores bibliométricos, miden la producción en el campo de la ciencia por la capacidad de publicaciones en esta esfera. Si bien es ampliamente reconocido que estas son un producto básico de este tipo de labor, no constituye su único *output*, como es conocido también genera formación superior y competencia técnica que hasta el momento no se han hallado indicadores para expresarlas.

Indicadores de innovación.

Son también indicadores de resultados, de reciente utilización en el mundo y difíciles de obtener dada la complejidad del proceso innovativo por su multifuncionalidad.

Indicadores de impacto

Son medidas de diferentes aspectos o componentes de los cambios cuyo origen es atribuido a los efectos de la ciencia y la tecnología. Este impacto puede ser en el ámbito de la institución científica o en el ámbito de la sociedad donde se inserta esta institución; en este último caso se toman en cuenta las consecuencias a mediano y largo plazo de las investigaciones, los desarrollos y el propio conocimiento científico y tecnológico. Los indicadores para este tipo de impacto solo hoy comienzan a proponerse y son muy complejos.

Los indicadores más trabajados son de carácter macro, a nivel nacional, los cuales se utilizan en las estadísticas internacionales comparadas y menos trabajados a nivel meso y micro. La propuesta se ubica a nivel micro, teniendo en cuenta las normas internacionales, nacionales (CITMA), las determinaciones sectoriales (MES) y las necesidades de la universidad de producir indicadores que le proporcionen información para su proyección y gestión.

Los indicadores que se expondrán en el evento constituyen una **propuesta en estudio** que parte del análisis de la ACT en las instituciones universitarias, los cuales se encuentran en fase de validación para la medición del desempeño de la actividad investigativa y los servicios científico- técnicos en varios grupos de investigación del ISPJAE, lo cual puede contribuir al autofinanciamiento de esta actividad por la vía de su efectividad.

CONCLUSIONES

En las condiciones económicas de Cuba, la limitación de recursos disponibles para las actividades científicas y tecnológicas exigen de las instituciones que se dedican a estas labores la utilización más racional y efectiva de su patrimonio.

Un sistema de indicadores de ciencias y tecnología -confiables, comparables, eficientes y pertinentes- dotaría a los gestores de la actividad científica y tecnológica en las universidades de una herramienta básica para el propósito anterior.

En la actualidad, se utilizan dos grandes grupos de indicadores para medir las actividades científicas y tecnológicas y efectuar comparaciones: Indicadores de gastos (*input*) e indicadores de producto (*output*). Los indicadores de innovación tecnológica y de impacto socioeconómico constituyen un campo de estudio, donde solo se han dado pasos iniciales.

La construcción de indicadores nuevos o la adaptación de los ya existentes tiene como requerimiento previo claramente definido el objeto que se quiere medir.

El esclarecimiento del propósito y lugar de la evaluación de las actividades científicas y tecnológicas constituye un requisito metodológico en la definición de los indicadores.

La efectividad del desempeño de la actividad científica y tecnológica debe medirse a partir de los resultados obtenidos (productos, procesos y servicios) en un año natural acorde a los criterios de pertinencia, eficiencia y eficacia.

Se considera que responden a estas exigencias los grupos de indicadores de insumo, producto, innovación e impacto.

REFERENCIAS

1. **ROESNER, J.D.:** "Indicators are Solution- Now, what is the Problem?", En Teich, AH (Ed) *Competitiveness in Academia Research*, American Association, 1996.
2. **Frascati Manual.** *Proposed Standard for Surveys of Research and Experimental Development*, OECD, Paris, 1993.
3. **Indicadores de ciencia y tecnología, Iberoamericanos . Interamericanos**, RICYT, Santiago de Chile, 1997.
4. **BADAWY, M. K.:** *Temas de gestión de la innovación para científicos e ingenieros*, t. 2, p. 508, COTEC, 1995.



UNIVERSIDAD 2002

“LA UNIVERSIDAD EN EL NUEVO MILENIO”

febrero 4-8 del 2002
Palacio de Convenciones
La Habana, Cuba