

Propuesta de indicadores de trayectoria de recursos humanos en ciencia y tecnología en las instituciones universitarias

Proposal of science and technology human resources trajectory indicators at university institutions

Soleidy Rivero Amador,^I Maidelyn Díaz Pérez,^{II} María José López-Huertas,^{III} Dayron Armas Peñas^{II}

^I Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Cuba.

^{II} Grupo de Gestión de Información y Conocimiento (PROGINTEC). Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Cuba.

^{III} Universidad de Granada.

RESUMEN

La presente investigación analiza las principales directrices metodológicas establecidas a nivel internacional y regional para la elaboración de indicadores de ciencia y tecnología a nivel institucional. Este trabajo tiene como objetivo contextualizar un conjunto de indicadores de trayectoria de recursos humanos que permitan analizar el desempeño individual e institucional en la actividad científica, desde la perspectiva del Manual de Buenos Aires. La propuesta está enfocada hacia los profesores investigadores que poseen el grado científico de Doctor en Ciencias en la Universidad de Pinar del Río. Además, se proponen otros indicadores para analizar las trayectorias investigativas y académicas de los investigadores. Se utiliza el Sistema de Gestión de Información y Conocimiento Institucional de la Universidad de Pinar del Río, como fuente de información para adecuar y diseñar indicadores de medición de la ciencia y la tecnología a nivel institucional. Este sistema tiene un enfoque curricular y ha sido validado en diferentes investigaciones. Esta investigación posee gran relevancia para la adecuación de indicadores de medición de la ciencia y la tecnología normalizados en la región a las peculiaridades de las instituciones universitarias.

Palabras clave: indicadores de medición; gestión de la ciencia y la tecnología; sistemas de información curricular.

ABSTRACT

An analysis was conducted of the main international and regional methodological guidelines for the development of science and technology indicators at institutional level. The study was aimed at contextualizing a set of human resources trajectory indicators allowing to analyze individual and institutional performance in scientific activity based on the Buenos Aires Handbook. The proposal focuses on researching professors from the University of Pinar del Río who hold the scientific degree of Doctor of Science. Other indicators are likewise proposed to analyze the research and academic trajectory of researchers. The Institutional Information and Knowledge Management System of the University of Pinar del Río was used as a source of information to adjust and design science and technology measurement indicators at institutional level. This system has a curricular approach and has been validated in various research studies. The study herein presented is greatly relevant to the adjustment of science and technology measurement indicators standardized in the region to the specific characteristics of university institutions.

Key words: Measurement indicators; science and technology management; curricular information systems.

INTRODUCCIÓN

Los indicadores de ciencia y tecnología permiten a los países comparar entre sí sus inversiones y producción científica, así como buscar diferencias en los años de gestión, con la finalidad de obtener información que sea útil al momento de evaluar la relevancia y cuantía de la investigación científica. Estos indicadores también se consideran un reflejo del desarrollo de un país, región, institución o campo del conocimiento.¹

La década de los años noventa evidenció la necesidad de continuar con la normalización de los métodos empleados en las encuestas, así como la elaboración y la aplicación de indicadores estandarizados, lo cual exige utilizar conceptos armonizados internacionalmente.² En medio de esta situación, el problema ya no consiste en obtener cifras y contabilizar las estadísticas, sino en homologar los resultados. Es imposible emitir criterios confiables respecto a una actividad a partir de datos obtenidos tras diferentes conceptualizaciones y distintas metodologías empleadas, sin tener en cuenta incluso la misma periodicidad de tiempo.³

Esta actual problemática señala la complejidad de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de los países o regiones. La heterogeneidad de estos sistemas fundamenta la dificultad de representación de forma compatible de sus procesos, del establecimiento de indicadores universales que sean contrastables, así como la imposibilidad de cuantificar económicamente los resultados derivados de la ciencia y la tecnología.⁴ Desde el punto de vista conceptual, un indicador manifiesta una observación empírica que sintetiza aspectos de un fenómeno que resultan importantes para uno o más propósitos analíticos y prácticos. Si bien el término indicador puede aludir a cualquier característica observable de un fenómeno, suele aplicarse a aquellas que son susceptibles de expresión matemática.⁵

La realidad latinoamericana precisa de indicadores que muestren la contribución de la ciencia y la tecnología a la solución de problemáticas distintivas de esta región, tales como la pobreza, la alimentación, el incremento de las posibilidades de empleo, los bajos niveles de productividad, etc. Pero para lograr la implementación de indicadores pertinentes se precisa de herramientas y plataformas que extraigan, normalicen, sustenten, analicen y enriquezcan la información y el conocimiento que se genera en los diferentes procesos de la ciencia, ya sea a nivel institucional, regional o internacional.

En los últimos cinco años se han desarrollado varios proyectos de colaboración que favorecen la medición de la ciencia y la tecnología en América Latina. Estos proyectos, por lo general, están integrados por organizaciones ibéricas, que han demostrado la disposición de lograr normalización en la elaboración de indicadores. En este sentido, se han implementado plataformas informáticas con diferentes funcionalidades.⁶ Es una realidad que la medición se ha enfocado como parte de la política científica de las naciones latinas. Este hecho se demuestra con la ejecución de tres programas regionales, dos de ellos orientados hacia las publicaciones científicas y un tercero en función de la información relacionada con los currículos científicos de los investigadores.^{7,8} Ejemplo de esto son las plataformas SciELO^a y LATINDEX.^b Ambas establecen indicadores de medición de la ciencia desde la perspectiva regional, tomando como fuente principal las publicaciones en revistas de la región.

Desde otra perspectiva, la red ScienTI^c es pionera en la región en la formación de una red de información para el intercambio de datos sobre currículos, proyectos, publicaciones e instituciones de cada uno de los países participantes, con protocolos de intercambio comunes. En el caso de la región de América Latina y el Caribe "son varios los países que disponen de información confiable y comparable acerca de los procesos de innovación, de percepción pública de la ciencia y la tecnología, de bibliometría y de impacto social del conocimiento. Además de la producción de indicadores confiables y acordes con los patrones internacionales para el tratamiento de la información en esta materia, los países de la región han demostrado tener la capacidad de reflexionar creativamente acerca de los procesos de producción, difusión y aplicación de los conocimientos en los contextos de su propia sociedad y actividad económica."⁹

La presente investigación se refiere a los indicadores de ciencia y tecnología como un conjunto de parámetros que captan ciertas dimensiones de los procesos científico-técnicos, específicamente los indicadores relacionados con los resultados de la investigación científica. Parte de los resultados de estos procesos se reflejan mediante las publicaciones científicas y, a su vez, ambos aspectos se etiquetan dentro del *Curriculum Vitae* (CV) de cada persona e investigador.

La utilización de sistemas de información curricular (sistemas que utilizan el CV como fuente de información) como herramienta fundamental en la elaboración de estos indicadores se ha convertido en una propuesta muy meritoria y loable para medir el comportamiento de los procesos de la ciencia y la tecnología a nivel institucional, regional e internacional. La relevancia de estos sistemas radica en que los CV de los investigadores proporcionan información sobre publicaciones que generalmente no son recogidas por las bases de datos tradicionales. Estos documentos son los únicos que informan, con un importante nivel de detalle y riqueza analítica, acerca de las actividades académico-profesionales realizadas por los investigadores (incluyendo dónde y con quiénes trabajan), sus características sociodemográficas, sus trayectorias educativas, los productos realizados y otros aspectos específicos de sus trayectorias (como los patrones de colaboración científica, de movilidad geográfica y/o institucional, los reconocimientos obtenidos, etcétera).¹⁰

En la última revisión del *Manual de Frascaty* y en los diversos manuales que se relacionan con este, se ha tratado el tema de los recursos humanos ciencia y tecnología (RHCT). Este aspecto ha estado implícito en todos los análisis relacionados con esta temática, pues la ciencia es desarrollada por el hombre. En este sentido, el Manual de *Canberra* define un marco teórico y sirve de guía práctica para recopilar datos estadísticos comparables internacionalmente en relación con la existencia y demanda de personal dedicado a la ciencia y la tecnología.^{8,11}

Desde al año 2009, varias instituciones^d internacionales se encuentran elaborando una nueva guía conceptual y metodológica para la construcción de indicadores de ciencia y tecnología. Se trata del futuro Manual de Indicadores de Trayectorias Científicas y Tecnológicas de Investigadores Iberoamericanos de la RICYT (Manual de Buenos Aires^e).¹² Este manual, en plena realización, será un instrumento teórico y metodológico para la construcción e interpretación de indicadores de trayectorias de investigadores. Su propuesta analítica se inscribe en los contextos concretos de la evaluación de las actividades científicas y tecnológicas, a nivel de cada uno de los países e instituciones de la región iberoamericana.¹²

La iniciativa de elaborar este manual surge con una marcada influencia hacia las posibilidades que brinda la utilización de los CV como una fuente de microinformación privilegiada para dar cuenta de estadísticas de los perfiles, etapas y eventos de las trayectorias académicas y su impacto en el desempeño de los investigadores. Al igual que en otros trabajos similares de la RICYT (Manual de Lisboa o el Manual de Santiago), los especialistas convocados abordan una problemática que está vislumbrando un gran crecimiento en todo el mundo y que requiere continuar el estudio por parte de especialistas de los principales centros de investigación dedicados a estos temas en la región.¹²

El presente estudio analiza las directrices metodológicas trazadas a nivel internacional y regional para la elaboración y aplicación de indicadores de ciencia y tecnología. Desde esta perspectiva, se realiza una contextualización de estos indicadores de trayectoria de recursos humanos a nivel institucional y se proponen otros indicadores que potencian este tipo de análisis en las instituciones universitarias. La propuesta utiliza como caso de estudio los profesores investigadores que poseen el grado científico de Doctor en Ciencias en la Universidad de Pinar del Río. Se propone la fuente de información para analizar y diseñar los indicadores del Sistema de Gestión de Información y Conocimiento Institucional de la Universidad de Pinar del Río (CV-UPR), el cual tiene un enfoque curricular y ha sido validado en diferentes investigaciones. Tras la propuesta de indicadores de la investigación se logra adecuar los indicadores propuestos a la realidad de la institución objeto de estudio.

MÉTODOS

Este trabajo se basa en la revisión bibliográfica y el análisis documental de importantes referentes metodológicos y conceptuales a nivel internacional y específicamente en el marco latinoamericano. Los patrones metodológicos que se identifican en estos manuales de amplio reconocimiento internacional son de obligada consulta para establecer indicadores de medición de la ciencia y la tecnología, desde una perspectiva normalizada a nivel regional e internacional.

Se parte de los primeros resultados en la elaboración del Manual de Buenos Aires, para contextualizar un grupo de indicadores a las características institucionales de

la universidad objeto de estudio y a las peculiaridades de las trayectorias de los investigadores para la formación doctoral. Se toma como caso de estudio a los doctores en ciencia de la Universidad de Pinar del Río (UPR). Como parte del análisis documental de esta investigación fueron consultados los informes de la institución objeto de estudio en el proceso de ciencia y tecnología, así como sus principales documentos metodológicos y los Balances de la Ciencia y la Técnica de los años 2009-2014.

Se utiliza como herramienta el Sistema de Gestión de Información y Conocimiento Institucional de la Universidad de Pinar del Río (CV-UPR), desarrollado por el grupo proGINTEC de esa institución académica. Este sistema se encuentra registrado en el Centro Nacional de Derecho de Autor (CENDA), desde el año 2011. Esta plataforma constituye una fuente de información muy importante para desarrollar indicadores de medición de la ciencia y la tecnología en la institución. Este software que tiene un modelado de datos con enfoque curricular, y ha sido validado por diferentes expertos del Ministerio de Educación Superior de Cuba. El sistema se encuentra implementado hace varios años en la referida universidad.

En este sistema, el currículum vitae del profesor investigador constituye la única fuente de entrada y actualización de datos. Una de sus principales características es que fue diseñado con una estructura jerárquica de datos que abarca toda la actividad relacionada con la ciencia y la tecnología, incluyendo diferentes taxonomías para clasificar los diferentes resultados científicos alcanzados por los profesores investigadores.¹³

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede definir las trayectorias científicas y tecnológicas como el devenir de aquellos eventos y roles socialmente definidos, graduados por la edad, que las diferentes poblaciones de investigadores viven y desempeñan a lo largo del tiempo en diferentes contextos (temporales, geográficos, disciplinarios, de intercambios en grupos de investigación y desarrollo, en redes de conocimiento, en instituciones académicas y de ciencia, tecnología e innovación, u otros).¹²

Este trabajo se enfoca hacia el análisis de aquellos eventos y roles vividos y desempeñados por el investigador, en el desarrollo su formación doctoral y en su posterior desempeño, dentro de la institución a la que pertenece. El objetivo principal de estudiar el comportamiento de estos investigadores es resaltar los resultados obtenidos por éstos en interacción con los factores internos y externos a la institución. Este análisis constituye un patrón importante para definir futuras proyecciones y políticas de la gestión de la ciencia y la tecnología a nivel institucional.

Resalta como un aspecto relevante la indiscutible asociación que existe entre el desempeño de los recursos humanos, el desempeño de la propia institución y la relación con otros investigadores e instituciones de la propia región o regiones distantes. Estos aspectos se encuentran reflejados en el CV del investigador. Esta realidad fundamenta la instauración de dos premisas a seguir para elaborar indicadores de este tipo:^{12,14,15}

- Los científicos y los tecnólogos no existen en el vacío social, sino que son miembros de varias instituciones sociales y colegas que están en interacción en una variedad de niveles institucionales y regionales.

- Las asimetrías en la distribución de la productividad científica y tecnológica entre ellos están asociadas a sus patrones de comportamiento y estilos de trayectorias y a las capacidades de las diversas instituciones académicas y científicas en las que participan a lo largo de sus vidas para la producción de conocimiento.

De acuerdo con tales premisas, los indicadores descriptivos que plantea el Manual de Buenos Aires pueden ser ajustados a la trayectoria de los investigadores en comparación con la institución a la cual pertenecen. Desde la perspectiva institucional, pueden ser identificados los cinco rasgos o dimensiones de análisis, propuestos por este manual:¹²

1. *Dedicación a la I+D*: la dedicación anual a la realización de actividades de I+D, a tiempo completo o parcial, a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica de la población de investigadores de una determinada institución.
2. *Diversidad de perfiles profesionales, de perfiles de producción científica y tecnológica y/o de desempeño en diferentes campos disciplinarios*: el desarrollo combinado y simultáneo de una pluralidad de actividades profesionales, la realización de una pluralidad de productos científicos y tecnológicos y/o el desempeño en una pluralidad de campos disciplinarios a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica, de la población de investigadores de una determinada institución, en un período de referencia.
3. *Temporalidad*: la obtención de una determinada posición o experiencia de una determinada situación relativa a la trayectoria científica y tecnológica, en una edad o etapa temprana o tardía con respecto a la población de investigadores de una institución, en un momento y contexto histórico determinado (especialmente referida a la temporalidad en la formación doctoral, en la producción científica y tecnológica, en la dirección de proyectos de I+D, y en la dirección de recursos humanos de I+D).
4. *Movilidad*: el cambio de ámbito institucional, sector y/o ámbito geográfico, en el transcurso de la formación académica y/o durante el desarrollo de actividades profesionales, de la población de investigadores de una institución, en un período de tiempo determinado.
5. *Colaboración*: el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas y la realización de productos en forma conjunta con colegas de la institución y/u otras instituciones por una población dada de investigadores durante un período de tiempo determinado (especialmente referida a la colaboración en la realización de proyectos de I+D, en la formación investigadora -tanto recibida como dirigida- y en la producción científica y tecnológica).

INDICADORES DESCRIPTIVOS DE TRAYECTORIA DE INVESTIGADORES DOCTORES EN CIENCIA A NIVEL INSTITUCIONAL

La propuesta que plantea la presente investigación requiere que el investigador, como usuario del sistema curricular, mientras actualiza su hoja de vida o CV clasifique sus resultados científicos según las áreas del conocimiento establecidas en las taxonomías normalizadas a nivel regional o internacional. De igual modo pueden ser utilizadas taxonomías ajustadas a las realidades de la ciencia a nivel nacional. Por ejemplo, las más conocidas son la taxonomía de la UNESCO, por su carácter abarcador y la posibilidad que brinda de transitar por un amplio grupo de campos del conocimiento, y la clasificación de la OCDE, por su tratamiento más armónico en la interacción de las disciplinas, sobre todo las de las ciencias sociales.

En el caso de nuestras instituciones, es muy conveniente la utilización de normalizaciones cubanas, como por ejemplo, el codificador de especialidades que utiliza la Comisión Nacional de Grados Científicos (CNGC) para la clasificación de resultados de los grados científicos. En el caso del sistema institucional CV-UPR se utilizan estas tres clasificaciones (UNESCO, OCDE y las especialidades de la CNGC) y se le solicita al investigador que clasifique del conocimiento en los siguientes ítems de su CV:

- Titulación académica, tanto en la titulación básica como en la de posgrado (historial académico/titulación académica de posgrado).
- Cuando el coordinador de proyecto actualiza la información del proyecto y los resultados obtenidos en las áreas del conocimiento en donde se investiga (experiencia científica y tecnológica).
- Cuando el profesor actualiza la información de la publicación de resultados científicos (producción científica y tecnológica).

Una vez que el investigador actualiza estos campos dentro del CV, se pueden contextualizar determinados datos para obtener indicadores que muestren la trayectoria de los investigadores. Además, puede ser posible visualizar los indicadores por área del conocimiento científico según las diferentes clasificaciones utilizadas. En el cuadro se nombran los indicadores descriptivos propuestos por cada dimensión de análisis; de esta forma se ajusta el patrón metodológico del Manual de Buenos Aires a las peculiaridades de medición en el nivel institucional.

Estos indicadores pueden ser calculados mediante los datos que se obtienen del CV del investigador y para enriquecer su análisis debe ser estudiada la trayectoria del investigador y su relación con los resultados investigativos y académicos de la institución. En este sentido se proponen dos indicadores de trayectoria:

1. Índice promedio de actuación investigativa (Iv).
2. Índice promedio de actuación académica (Ia).

Estos dos indicadores valoran la actuación del investigador en relación con sus resultados en la investigación y la académica, en un período de tiempo determinado. Además, pueden ser calculados específicamente para los doctores en ciencia o para todos los investigadores de la institución.

Cuadro. Indicadores de trayectoria de investigadores doctores en ciencia a nivel institucional

Dimensión de trayectoria	Indicador descriptivo	Observaciones
Dedicación		
	Porcentaje de doctores en ciencia respecto al total de profesores a tiempo completo de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia en el proceso de formación de pregrado respecto al total de profesores a tiempo completo de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia en el proceso de formación de postgrado respecto al total de profesores doctores en ciencia de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia en centros de estudio respecto al total de profesores a tiempo completo de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia en departamentos docentes respecto al total de profesores a tiempo completo de la institución	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia responsables de Centros de Investigación y Grupos de Investigación respecto al número total de doctores en ciencia de la institución.	En un periodo de tiempo
Diversidad		
De perfiles profesionales		
	Porcentaje de doctores en ciencia por áreas del conocimiento respecto al total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia por disciplinas del conocimiento respecto al total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia por áreas del conocimiento según perfiles de trayectoria de la institución.	En un periodo de tiempo. Este indicador se establece en función de cada perfil ocupacional declarado en la institución en sus áreas administrativas para cumplir con su objetivo institucional.
	Porcentaje de doctores en ciencia por áreas del conocimiento en cada programa académico de pregrado y posgrado.	En un periodo de tiempo. Este indicador se calcula por cada carrera del pregrado y programa académico de posgrado de la institución
De perfiles de producción científica y tecnológica		
	Porcentaje de doctores con producción científica y tecnológica por áreas del conocimiento respecto al total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores con publicaciones científicas, en revistas de impacto, por áreas del conocimiento, respecto al total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de doctores con patentes concedidas, por áreas del conocimiento, respecto al total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
Temporalidad		
En la graduación doctoral		
	Porcentaje de investigadores con precocidad en la graduación doctoral respecto al número total de investigadores de la institución.	En un periodo de tiempo
	Grado de precocidad en la graduación doctoral de los investigadores de la institución con título de doctor durante el periodo de referencia	Se calcula el promedio de tiempo en años en el que el investigador logra concluir con la tesis doctoral
En la producción científica y tecnológica		
	Porcentaje de investigadores doctores en ciencia con precocidad en la producción científica en publicaciones en revistas de impacto antes de alcanzar el grado científico de doctor en ciencias	En un periodo de tiempo
	Porcentaje de investigadores doctores en ciencia con precocidad en la producción de nuevo conocimiento antes de obtener el grado científico de doctor en ciencia.	En un periodo de tiempo

Movilidad		
En la formación En lo laboral	Porcentaje de investigadores doctores en ciencia con movilidad interna a la institución después de obtener el grado científico de doctor respecto al total de investigadores con movilidad interna en la institución.	En un período de tiempo
	Porcentaje de investigadores doctores en ciencia con movilidad externa a la institución después de obtener el grado científico de doctor respecto al total de investigadores que tienen movilidad externa en la institución	En un período de tiempo
	Porcentaje de investigadores que ingresan a la institución como profesor a tiempo completo con el grado científico de doctor en ciencia respecto al total de investigadores que ingresan a la institución.	En un período de tiempo
Colaboración		
En la realización de proyectos de I+D	Porcentaje de doctores en ciencia coordinadores de proyectos de investigación en ejecución respecto al número total de doctores de la institución.	En un período de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia miembros de proyectos de investigación en ejecución respecto al número total de doctores de la institución.	En un período de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia que coordinan proyectos de investigación asociados a programas respecto al total de investigadores que coordinan proyectos de investigación en la institución.	En un período de tiempo
En la producción científica y tecnológica	Porcentaje de doctores que publican en revistas de impacto con autores o coautores de otras instituciones respecto al total de investigadores que publican en revistas de impacto de la institución.	En un período de tiempo
	Porcentaje de doctores que publican libros con autores o coautores de otras instituciones respecto al total de investigadores que publican libros de la institución.	En un período de tiempo
	Porcentaje de doctores en ciencia que obtienen el premio de la Academia de Ciencias de Cuba en coautoría con investigadores de otras instituciones, respecto al total de investigadores premiados	En un período de tiempo

Fuente: D'Onofrio y otros; 2010.

El índice promedio de actuación investigativa se refiere a las actividades realizadas por el investigador en la esfera de la investigación científica. Se realiza una sumatoria de estas actividades y se divide entre la cantidad de años que se delimitan en el período de tiempo que se analiza. Este indicador se calcula por la siguiente fórmula:

$$Iv = \frac{\sum_{i=1}^n PL_i + \sum_{i=1}^n PR_i + \sum_{i=1}^n PRr_i + \sum_{i=1}^n PCn_i + \sum_{i=1}^n CP_i + \sum_{i=1}^n PP_i}{T_i}$$

Donde:

Iv: índice promedio de actuación investigativa.

PL_i: publicación de libro científico o capítulos de libros del investigador i.

PR_i: publicación de artículo científico, del investigador i, en revistas que pertenecen a la corriente principal. Se encuentran indexadas en: Science Citation Index (SCI), Science Citation Index Expanded, Social Science Citation Index (SSCI), Art and Humanities Citation Index y en la base de datos SCOPUS.

PR_i: publicación de artículo científico, del investigador i, en revistas que pertenecen a bases de datos especializadas de reconocimiento internacional (BDI), o revistas que pertenecen a bases de datos especializadas de reconocimiento latinoamericano (BDL), o revistas científicas nacionales certificadas por el órgano oficial para la actividad de la ciencia y la tecnología y otras revistas científicas extranjeras arbitradas y acreditadas a nivel nacional en sus respectivos países.

PC_i: publicaciones científicas, del investigador i, no arbitradas ni indizadas pero con ISSN, dígame boletines científicos, suplementos o semanarios de corte científico dedicados a público no especializado, publicaciones en CD de eventos científicos, etcétera.

CP_i: conferencias o ponencias, del investigador i, presentadas en congresos científicos, simposios o seminarios especializados a nivel regional o internacional.

PP_i: participación en proyectos de investigación, del investigador i, en las diferentes categorizaciones de la institución.

T_i: cantidad de años del período que se analiza.

Notas para el cálculo de las expresiones matemáticas: se pueden considerar otros aspectos que sean relevantes para la producción científica del tipo de institución en la cual se aplica el indicador. Además, se puede calcular el indicador, desagregado en cada una de las sumatorias de la producción científica, para conocer el comportamiento de los investigadores en cada criterio de la producción científica de la institución.

Este indicador analiza la trayectoria de los profesores universitarios en acciones relacionadas con el proceso de investigación. Se expresa un valor promediado de la cantidad de acciones investigativas que éste realizó en un período de tiempo determinado. La interpretación de este tipo de indicador necesita de la recopilación de datos en un determinado período de tiempo y valorar el ritmo de crecimiento al menos anualmente. Es muy factible la comparación de este indicador en un período acumulado de más de 5 años. Desde el punto de vista matemático, en la medida que la sumatoria del numerador se incremente el resultado será mayor. El incremento del denominador está condicionado a la cantidad de años que se analicen y será constante para cada investigador, por lo que el aumento o disminución solo será por la sumatoria del numerador. Los investigadores más productivos tendrán un índice alto, respecto a la cantidad producida y no a la calidad. Por este motivo se sugiere que se comparen los resultados de este indicador con porcentajes de publicación en revistas de impacto. En este sentido, en la tabla se plantea un indicador que calcula el porcentaje de doctores con publicaciones científicas, en revistas de impacto, por áreas del conocimiento, respecto al total de investigadores de la institución. Este indicador puede ser comparado con el índice promedio de actuación investigativa, siempre que se calcule para los investigadores con grado científico de doctor.

Desde otra perspectiva, el índice promedio de actuación académica se refiere a las actividades realizadas por un investigador en la esfera docente, en un período de tiempo determinado. Se realiza un promedio de las actividades realizadas por un investigador en la docencia académica de pregrado y de posgrado en un período de tiempo determinado. Este indicador se calcula por la siguiente fórmula:

$$I_a = \frac{\sum_{i=1}^n A p_i + \sum_{i=1}^n A i_i}{T_i}$$

Donde:

Ia: índice promedio de actuación académica.

Ap_i: total de acciones en docencia académica de posgrado del investigador i.

Ai_i: total de asignaturas impartidas en pregrado del investigador i.

T_i: cantidad de años del período que se analiza.

Notas para el cálculo de las expresiones matemáticas: para calcular las expresiones matemáticas de la fórmula se deben tener en cuenta:

- *Total de acciones en docencia académica de posgrado (Ap):* se consideran acciones en docencia académica de posgrado la impartición de varias modalidades de posgrado, tales como: cursos, diplomados, maestrías, doctorados, etc.; así como las acciones relacionadas con la coordinación de programas académicos, la participación o dirección de tribunales de defensa, entre otras actividades que se declaren como relevantes.
- *Total de asignaturas impartidas en pregrado (Ai):* se suman las asignaturas de pregrado impartidas en cualquier tipo de carrera académica que oferte la institución, en cualquier tipo de modalidad.

Con la aplicación de estos dos indicadores se vincula la trayectoria del investigador en acciones académicas e investigativas, en una misma ventana temporal. El análisis agrupa las dos actuaciones. Se tienen en cuenta la docencia impartida por el investigador, en el mismo período de tiempo en el cual obtiene resultados en la investigación científica. Los resultados de estos indicadores deben ser comparados y analizados de conjunto para comparar los resultados de la aplicación del conocimiento de la institución hacia la esfera investigativa o la esfera de la formación académica.

Los estándares de valores mínimos y máximos de estos indicadores están en dependencia de la cantidad de investigadores que posea la institución, la cantidad de años acumulados en el período de tiempo que selecciona el analista y la cuantía de la producción científica de la institución. En función de estos parámetros se establece un valor estándar para delimitar el valor máximo que debe alcanzar el investigador para equilibrar los dos índices de actuación.

Quando los investigadores se concentran en desarrollar sus conocimientos en la investigación, los índices promedio de actuación en la investigación son altos; si la tendencia de la trayectoria es hacia las asesorías de tesis de posgrado, o la impartición de actividades docentes, entonces los índices promedio de actuación académica son elevados. Si en la comparación, el índice promedio de actuación en la investigación es más alto que el índice promedio de actuación académica significa que los resultados investigativos y académicos se desarrollan mediante la publicación científica, la actividad de proyectos de investigación, la participación en eventos científicos, entre otros aspectos que fortalecen la actividad académica y la investigativa y solidifican la producción científica de la institución.

La propuesta que plantea este trabajo adapta los indicadores del Manual de Buenos Aires a la realidad institucional y diseña otros indicadores que complementan el análisis de la trayectoria de los investigadores en relación directa con los resultados de la ciencia y la tecnología de la institución. Estos indicadores permiten caracterizar las trayectorias de los investigadores en la producción científica y tecnológica, en los premios obtenidos, así como también en la caracterización del

investigador respecto a su desempeño en el perfil ocupacional. Estos constituyen un complemento importante en el análisis de la proyección doctoral de la institución y el comportamiento de esta actividad investigativa, con sus peculiaridades y ajustados a la clasificación de los resultados por las disciplinas y campos del conocimiento establecidos en taxonomías normalizadas.

REFLEXIONES FINALES

La necesidad de contar con información estadística e indicadores de medición para conocer, analizar e interpretar los comportamientos de los diferentes procesos de la ciencia y la tecnología a nivel institucional, regional o internacional, fundamenta y reafirma el protagonismo de los sistemas de información curricular orientados a esta actividad.

La perspectiva curricular, en estos tipos de sistemas, se ha convertido en el instrumento más inmediato y efectivo para gestionar la información contenida en la hoja de vida de los investigadores y que representan la trayectoria operativa de su desempeño, así como también reflejan la trayectoria de su institución en términos de proyectos, publicaciones, premios, maestrías, doctorados, etcétera. Los CV de los investigadores constituyen una de las fuentes imprescindibles para tomar decisiones basadas en la articulación sistémica de todos los procesos relacionados con la actividad científica y tecnológica: investigador-institución-sociedad.

La utilización de los sistemas de información curricular como fuente de información para elaborar indicadores de RHCT puede convertirse en una importante estrategia a implementar para obtener mayores niveles de excelencia en la automatización de los datos relacionados con los procesos de la ciencia y la tecnología en la institución, en la generación, contextualización y socialización de la información relacionada con los resultados científicos de los investigadores, así como también se puede lograr una mejor estructuración de la información y el conocimiento para implementar indicadores de medición pertinentes al desempeño del investigador, a las características de la institución y a la medición del conocimiento institucional.

La propuesta de indicadores que se relacionan se adecua a los preceptos establecidos en la región y se enfoca hacia la realidad institucional y las características específicas de las instituciones universitarias. Este estudio constituye un paso importante en la elaboración y aplicación de indicadores de ciencia y tecnología ajustados a realidades específicas y que puedan ser normalizados a nivel regional e internacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sancho Gómez R. Versión española de la sexta edición del Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental. 2003 [citado 14 de mayo de 2013]. Disponible en: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/200/255>

2. Sancho Gómez R. Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. Rev Esp Docum Cient. 1990;13(3-4):842-65.
3. Díaz Pérez M. Situación de las metodologías para la medición de la ciencia, la tecnología y la innovación en América Latina. Acimed. 2009 [citado 14 de diciembre de 2014];19(4). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/aci/v19n4/aci09409.pdf>
4. Díaz Pérez M. Producción tecnológica de América Latina con mayor visibilidad Internacional: 1996-2007. Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Granada, España; 2007.
5. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL. Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe. 1996 [citado 2 de agosto de 2014]. Disponible en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/35327/ANUARIO2006.pdf>
6. Albornoz Galdames M. Indicadores y política científica y tecnológica. IV Taller Iberoamericano e Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT); 1999.
7. Prat AM. La importancia de medir la producción científica. 2003 [citado 14 de junio de 2014]. Disponible en: <http://www.ricyt.org/interior/difusion/pubs/elc2003/8.pdf>
8. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología RICYT. Hacia el Manual de Buenos Aires. Indicadores de Carreras de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Buenos Aires: I Taller Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología; 2014 [citado 22 de abril de 2014]. Disponible en: http://ricyt.org.elsevier.com/docs/taller_rrhh/informemmanualdebuenosaires.pdf
9. Albornoz Galdames M, Ratto D. Indicadores de Ciencia y tecnología en Iberoamérica. Agenda 2005. Buenos Aires: Declaración final del Sexto taller de indicadores de ciencia y tecnología iberoamericano e interamericano. RICYT; 2005.
10. Dietz JS, Chompalov I, Bozeman B, O'Neil LE, Park J. Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: An exploratory assessment. Scientometrics. 2000;49(3):419-42.
11. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Manual de Canberra. Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (RHCT); 1995 [citado 25 de mayo de 2013]. Disponible en: <http://www.oei.es/catmexico/Manual%20Canberra.pdf>
12. D'onofrio GM, Solís Cabrera FM, Tignino VM, Cabrera E. Indicadores de trayectorias de los investigadores iberoamericanos: Avances del Manual de Buenos Aires y resultados de su validación técnica. Madrid: Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID); 2010.
13. Armas Peña D, Díaz Pérez M, Giraldes Reyes R. Sistema Institucional para la Gestión de la Ciencia y la Técnica en Universidades: una perspectiva cuantitativa para su análisis y evaluación. La Habana: Memorias Congreso Internacional de Información; 2008.

14. Bozeman BC, Dietz JS, Gaughan M. Scientific and technical human capital: an alternative approach to R&D evaluation. In J Techn Manag. 2001;22(8):716-40.

15. Solís Cabrera FM, Milanés Guisado Y, Navarrete Cortés J. Evaluación de la investigación científica. El caso de Andalucía. Rev Fuentes. 2010;10:83-100.

Recibido: 7 de abril de 2015.

Aprobado: 13 de octubre de 2015.

Soleidy Rivero Amador. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", Cuba.
Correo electrónico: soly@upr.edu.cu

^a *Scientific Electronic Library on Line* (Scielo: <http://www.scielo.org>).

^b Sistema Regional de Información en línea para revistas Científicas de América Latina, el Caribe y Portugal (LATINDEX: <http://www.latindex.unam.mx/>).

^c Red Internacional de Fuentes de Información y Conocimiento para la Gestión de la Ciencia y la Tecnología e Innovación (ScienTI: <http://www.scienti.net>). En este proyecto participan varias organizaciones: el Centro Latinoamericano y del Caribe de Información en Ciencias de la Salud (BIREME-OPS-OMS), la Organización de los Estados Americanos (OEA), entre otras.

^d La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT-Iberoamericana e Interamericana), con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad de la Organización de los Estados Iberoamericanos (CAEU-OEI), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina y la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía de España.

^e El nombre es en reconocimiento a la ciudad en donde surgió y se realizó la primera reunión de expertos en la temática.