

II° ENCUENTRO IBEROAMERICANO DE EDITORES CIENTIFICOS

-EIDEC 2010-

Biblioteca Nacional. Buenos Aires, 11 y 12 de noviembre de 2010.

Indicadores de trayectorias científicas y tecnológicas e índices de producción de los investigadores iberoamericanos¹

María Guillermina D'Onofrio²

Resumen

Desde abril de 2009, la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 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 Junta de Andalucía de España, se encuentra elaborando un nuevo manual para la construcción de indicadores de ciencia y tecnología. Se trata del Manual de Indicadores de Trayectorias Científicas y Tecnológicas de Investigadores Iberoamericanos, denominado Manual de Buenos Aires en reconocimiento a la ciudad en donde surgió y se realizó la primera reunión de expertos.

La iniciativa de elaborar este Manual surgió ante las posibilidades que abre la utilización de las bases electrónicas de los *currículum vitae* del personal científico y tecnológico como una fuente de micro-información privilegiada para dar cuenta estadísticamente de los perfiles y eventos de las trayectorias académico-profesionales y su impacto en el desempeño de los investigadores. Propone familias de indicadores descriptivos de los rasgos de trayectoria (intensidad en la dedicación a la actividad investigadora, diversidad, precocidad, movilidad y colaboración), combinados con diversas medidas resumen de los resultados científicos y tecnológicos (de nuevo conocimiento, recursos de I+D formados y para la apropiación social del conocimiento) de los investigadores.

Palabras clave: Indicadores de ciencia y tecnología, trayectorias de investigadores, Índices de producción científica y tecnológica, *currículum vitae*

El marco de la propuesta

En esta ponencia se presenta una propuesta de construcción de indicadores de trayectorias de investigadores y medidas resumen de su producción científica y tecnológica en

¹ Ponencia elaborada para su presentación en la Mesa 6 "Indicadores científicos, citas e índices. Su incidencia en el posicionamiento de las publicaciones de la región" del II Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos EIDEC 2010, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 11 y 12 de noviembre de 2010.

² Subsecretaría de Evaluación Institucional / Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), Argentina. Correo electrónico: mgdonofrio@mincyt.gob.ar.

desarrollo en la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana e Interamericana (RICYT). La propuesta está enmarcada en la Subred temática de Indicadores de Trayectorias de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología de la RICYT y cuenta con el apoyo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de los Estados Iberoamericanos (CAEU-OEI), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina (MINCYT) y la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía de España. El propósito fundamental de dicha Subred es elaborar el primer manual iberoamericano en esta importante temática, que será denominado “Manual de Buenos Aires de Indicadores de Trayectorias Científicas y Tecnológicas de Investigadores Iberoamericanos” en reconocimiento a la ciudad en donde surgió y se realizó la primera reunión de expertos a comienzos de 2009.

Se trata de una propuesta originada en la necesidad estratégica de contar con un conocimiento más preciso y detallado acerca de las características de los recursos humanos altamente calificados actualmente disponibles en los países iberoamericanos y de medir las capacidades de las diversas poblaciones de investigadores para producir y difundir conocimiento a lo largo del tiempo. Las posibilidades que abre la utilización de las bases electrónicas de los *currículum vitae* (CVs) del personal científico y tecnológico, de creciente implementación en numerosos países de Iberoamérica (D’Onofrio 2009 a), como una fuente de micro-información privilegiada para este abordaje y que puede ser complementada y hasta potenciada con otras importantes fuentes de información tales como encuestas y bases de datos bibliográficos y de patentes (D’Onofrio 2009 b), han sido críticas para la producción de los primeros avances en la materia.

Abriendo la “caja negra” del modelo clásico de producción de indicadores en ciencia y tecnología

La propuesta de indicadores de trayectorias del Manual de Buenos Aires buscará explorar nuevos espacios analíticos en la producción de indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología. Estos espacios analíticos son de naturaleza diferente pero complementaria del modelo conceptual clásico, según el cual los indicadores de recursos humanos son considerados “insumos” de un sistema de ciencia y tecnología que (funcionando a modo de una “caja negra” de procesos no conocidos o no analizados) produce “productos” y “resultados” de acuerdo a una lógica lineal de función de producción.

En el modelo tradicional, el nivel de análisis es el país y los indicadores de recursos humanos en ciencia y tecnología son producidos en forma agregada para este nivel (tales como conteos de stock y flujo de investigadores, becarios u otro personal empleado en actividades de I+D, macro-caracterizados por edad, género, sector, disciplina científica y nivel de formación, áreas del conocimiento de los proyectos de I+D en los que participan, publicaciones y patentes solicitadas u obtenidas, entre otros aspectos). Los micro y meso-actores sociales (investigadores, comunidades disciplinarias, redes e instituciones científicas y tecnológicas, entre otros) no son considerados en el análisis y el sistema de ciencia y tecnología es reducido analíticamente a una macro-realidad susceptible de ser descrita a partir de diferentes aspectos externos a ella (sus insumos y productos).

En el enfoque propuesto por la RICYT para la elaboración de indicadores de trayectorias, el foco de interés se pone en la apertura de la “caja negra” a partir de la descripción y caracterización de los investigadores *dentro* del sistema de ciencia y tecnología. Siguiendo el “estado de la cuestión” (con ya una década de literatura de investigación en esta temática), este enfoque parte de comprender dos cuestiones fundamentales:

- 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 (Bozeman et al 2001) y
- 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 cursos de vida para la producción de conocimiento.

En este marco, el Manual de Buenos Aires en elaboración define a 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), particularmente de aquellos eventos y roles vividos y desempeñados por tales poblaciones de investigadores desde el desarrollo de su formación universitaria de grado o pregrado.

Para avanzar en la medición teniendo en cuenta el dinamismo de las capacidades científicas y tecnológicas, es preciso que el curso de vida de los investigadores sea abordado:

- como un conjunto de procesos multidimensionales que experimentan cambios a lo largo de toda la vida, por lo que se recomienda adoptar una perspectiva de largo plazo en la medición;
- como “incrustado” y moldeado por los tiempos históricos y los espacios o lugares que le toca experimentar a cada uno de ellos, que definen “calendarios sociales” normativos según los cuales hay tiempos apropiados y no apropiados para realizar diferentes eventos;
- como una construcción y organización propia de los científicos y tecnológicos mediante las evaluaciones, elecciones y compromisos que realizan basados en las oportunidades y restricciones que les presenta el contexto y las diferentes circunstancias socio-históricas que perciben delante de ellos; y
- como procesos de interdependencia, o sea, que las trayectorias individuales son vividas en diferentes entramados y redes de relaciones compartidas, y que es precisamente en esas interdependencias donde se expresan las influencias históricas y sociales y por lo que la trayectoria de un investigador impacta en las trayectorias de otros investigadores y es influenciada por ellas.

La propuesta de indicadores, una “caja de herramientas” para la medición de las trayectorias

El Manual propondrá un set de indicadores dirigidos a describir y comparar los principales rasgos de las trayectorias que marcan, para cada población específica de investigadores (pertenecientes a diferentes países, cohortes de nacimiento y/o campos disciplinarios, entre los principales aspectos que se sugiere considerar)³, diferencias en la producción.

La medición de los productos de la investigación desarrollados por las diferentes poblaciones de investigadores, medición para la que el Manual sugerirá períodos (ventanas) de observación de 5 años, se podrá realizar a través de diferentes instrumentos como índices numéricos, tipologías u otros dirigidos a dar cuenta de la complejidad y multidimensionalidad de la actividad científica y tecnológica, enriqueciendo así los tradicionales indicadores de producción científica basados en conteos de *papers* en la WoS. Específicamente, el Manual planteará la importancia de construir medidas resumen que tomen en cuenta las siguientes dimensiones de la producción de los investigadores:

- la *producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico* en sus distintas y variadas modalidades:
 - artículos de investigación,
 - libros de investigación,
 - capítulos de libros de investigación,
 - productos o procesos tecnológicos patentados (patentes, modelos de utilidad) o registrados (software, variedad animal o vegetal y todo diseño o modelo registrado) y
 - productos o procesos tecnológicos usualmente no patentables o registrables,

proponiendo la construcción de diferentes medidas resumen para el nuevo conocimiento científico, el nuevo conocimiento tecnológico y el nuevo conocimiento científico y tecnológico de mayor calidad relativa (una subclasificación de los anteriores de acuerdo con diferentes criterios de calidad como el factor de impacto de la revista de publicación del artículo, tipo de editorial del libro de investigación, alcance nacional o internacional y aplicación industrial del desarrollo tecnológico u otros criterios de valoración de la calidad);

³ Por tratarse de un Manual de comparabilidad regional e internacional, el nivel de análisis básico de los indicadores propuestos se ha definido como el de las poblaciones de investigadores de cada uno de los países de la RICYT. Por la naturaleza de la temática abordada, la recomendación del Manual será complementar esa comparabilidad interregional e internacional desagregándola, a su vez, en múltiples sub-niveles de análisis (de acuerdo con las cuestiones específicas bajo análisis y/o evaluación). Se sugerirá enfáticamente el cálculo más detallado de los indicadores generales para sub-poblaciones relativas a: diferentes cohortes de investigadores, fundamentalmente de nacimiento, en tanto constituyen conjuntos de individuos de una población que han compartido, en carácter de “contemporáneos”, el mismo acontecimiento durante un período de tiempo específico y/o diferentes campos disciplinarios o, dentro de ellos, disciplinas.

- la *formación de investigadores*, fundamentalmente tesis de doctorado y maestría dirigidas o co-dirigidas, y
- la *producción para la apropiación social del conocimiento* y la extensión de las actividades de investigación:
 - servicios científico-tecnológicos y consultorías,
 - actividades y productos de extensión y difusión de información científico-tecnológica (cursos, cartillas, ponencias en congresos, manuales pedagógicos, etcétera).

El Manual propondrá abordar las diferencias en la producción según diferentes dimensiones de análisis o rasgos características de las diferentes poblaciones de investigadores. En tal sentido, se han identificado cinco rasgos básicos en las trayectorias de los investigadores:

- *intensidad en la dedicación a la I+D*: la dedicación anual a tiempo completo o parcial a la I+D de una población dada de investigadores, durante el período de referencia o bien a lo largo de toda la trayectoria científica y tecnológica de esa población de investigadores;
- *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 una población dada de investigadores en el año o período de referencia;
- *precocidad*: 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 en forma prematura con respecto a una población dada de investigadores en un momento y contexto histórico determinado (especialmente referida a la precocidad 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);
- *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 una población dada de investigadores en un período de tiempo determinado; y
- *colaboración*: el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas y la realización de productos en forma conjunta con colegas del mismo país y/u otros países 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).

El entrecruzamiento de estas cinco dimensiones o rasgos característicos de las trayectorias de los investigadores (y las diversas combinaciones que entre ellas sea pertinente en cada caso concreto formular) y las medidas resumen de los siete componentes de la producción propuestos (nuevo conocimiento científico, nuevo conocimiento tecnológico, nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad, nuevo conocimiento científico y tecnológico en general, productos de formación, productos para la apropiación social del conocimiento y la síntesis de todos los anteriores) da como resultado la matriz para la elaboración de los indicadores del Manual de Buenos Aires:

PRODUCTOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DE INVESTIGADORES INVESTIGADORES CON DIFERENTES RASGOS DE TRAYECTORIAS		Productos de nuevo conocimiento científico y tecnológico				Recursos humanos de I+D formados	Productos para la apropiación social del conocimiento	SÍNTESIS DE PRODUCTOS
		Nuevo conocimiento científico	Nuevo conocimiento tecnológico	Nuevo conocimiento científico y tecnológico de alta calidad	Síntesis de productos de nuevo conocimiento			
Intensidad	en la dedicación a la I+D							
Diversidad	de perfiles profesionales							
	de perfiles de producción científica y tecnológica							
	disciplinaria							
Precocidad	en la formación de investigadores con título de doctor							
	en la producción científica y tecnológica							
	en la dirección de proyectos de I+D							
	en la dirección de recursos humanos de I+D							
Movilidad	en la formación académica							
	profesional							
Colaboración	en la realización de proyectos de I+D							
	en la formación investigadora							
	en la producción científica y tecnológica							
COMBINACIONES DE RASGOS								

Los CVs, fuentes de información privilegiadas para la elaboración de indicadores de trayectorias

Las bases electrónicas de los CVs estandarizados (esto es, diseñados siguiendo algún formato común, desde la indicación de las grandes secciones que debe incluir al detalle de los contenidos básicos de cada una de ellas, en ocasiones con opciones predeterminadas para seleccionar) y actualizados de los investigadores que, con diferentes características y grados de cobertura, se vienen desarrollando en los últimos años en varios países de Iberoamérica, constituyen la fuente de micro-información privilegiada para la construcción de los indicadores de trayectorias y las medidas resumen de la producción científica y tecnológica propuestos por el Manual de Buenos Aires⁴.

⁴ El Manual contendrá asimismo una propuesta de modelo de CV científico y tecnológico estandarizado que, a modo de un formulario de encuesta, incluirá las variables mínimas requeridas para la construcción de los indicadores de trayectorias, para su potencial aplicación en los países de la región que no cuentan con bases de CVs.

Para el investigador, el CV representa, al mismo tiempo, un registro de sus logros científicos, una breve historia de su trayectoria profesional, una obligación administrativa y un recurso para la búsqueda de trabajo. Es, en definitiva, una representación de su “valor de conocimiento” (Jaramillo et al 2008). Por estas múltiples funciones, pero fundamentalmente porque les sirve como herramienta de publicidad personal, los investigadores tienen fuertes incentivos para proveer información detallada y actualizada y tener su CV disponible para la evaluación. Para el analista de política científica, estas y otras características hacen que el CV sea una muy atractiva fuente de información (Cañibano y Bozeman 2009).

Entre las principales ventajas que se les reconoce a los CVs (Dietz et al 2000, entre otros), se destacan:

- son los únicos documentos que informan, con un importante nivel de detalle y riqueza analítica, acerca de las actividades académico-profesionales realizadas por ellos (incluyendo dónde y con quiénes trabajan), sus características socio-demográficas, 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);
- son documentos históricos que evolucionan a lo largo del tiempo, captando los cambios en los intereses, trayectorias y relaciones de los investigadores y permitiendo la realización de estudios longitudinales;
- pueden utilizarse en conjunto con otras importantes fuentes de datos (como el análisis de citas bibliográficas, de patentes de invención, encuestas, registros administrativos y/u otras); y
- son documentos relativamente accesibles (veces hasta de dominio público) al ser habitualmente requeridos en la evaluación de los investigadores.

Sin embargo, es preciso señalar que también existen algunas limitaciones en el uso de los CVs que deben atenderse de cara a la construcción de los indicadores de trayectorias:

- dado que la información del CV es aportada por el propio investigador, pueden presentarse problemas de validez (siguiendo una estrategia de embellecimiento del propio CV, todos los detalles de la carrera pueden registrarse con el mismo peso) y confiabilidad (en el sentido de que parte de la información puede ser inventada). En estos aspectos cabe señalar que las bases electrónicas de CVs han realizado recientemente importantes avances en la certificación, incluso en ocasiones en tiempo real, de la información curricular (o, al menos, de un volumen generalmente muy importante de ella, como es el caso de la correspondiente a la producción científica);
- la posible eliminación de información de valor o la inclusión de información no relevante, relacionada entre otros aspectos con la confección de versiones largas y cortas de CVs. Muchos CVs se presentan truncados o se comprimen y la información

que puede ser importante en las etapas tempranas de la trayectoria puede ser poco importante para los científicos más tarde y pueden, así, desaparecer por completo; y

- el enorme trabajo que implica la codificación analítica de algunos campos y la “limpieza” de las bases de datos de los CVs para su procesamiento estadístico, vinculado además a la posible inconsistencia de la información a codificar por la polisemia de interpretaciones de los campos presentes en los formularios estandarizados de CV.

Cabe destacar, además, que Iberoamérica ha sido pionera en el mundo en materia de diseño y desarrollo de bases de datos normalizadas de los CVs de su personal científico y tecnológico (D'Onofrio y Gelfman 2009, D'Onofrio 2009). Desde hace más de una década, diversas iniciativas de esta naturaleza se han sucedido en una decena de países de la región. Algunas de ellas cuentan hoy con importantes avances en términos de su implementación institucional y cobertura de la población nacional de investigadores (como es el caso de Brasil, España, Colombia, Uruguay, Portugal, México, Perú y Ecuador), otras se encuentran en conformación (como es el caso de Argentina, Venezuela y Paraguay).

Los desafíos no menores que se abren para la región a partir de la propuesta de medición que contendrá el futuro Manual de Buenos Aires están relacionados con la utilización sistemática de los datos de CVs existentes y su articulación y complementariedad con otras fuentes de información con fines de producción de indicadores de trayectorias científicas y tecnológicas y de construcción de índices u otras medidas resumen de la producción que puedan servir como herramientas útiles para la toma de decisiones, la gestión y/o la evaluación de la I+D en los países de la RICYT.

Referencias bibliográficas

- Bozeman, B.; Dietz, J.S. and Gaughan, M. (2001): “Scientific and technical human capital: An alternative approach to R&D evaluation”, *International Journal of Technology Management*, 22 (8), 716-740.
- Cañibano, C. y Bozeman, B. (2009): “Curriculum vitae method in science policy and research evaluation: the state-of-the-art”, *Research Evaluation*, 18 (2), Special issue on the use of CVs in research evaluation, 86-94.
- Dietz, J.; Chompalov, I.; Bozeman, B.; O’Neil Lane, E. and Park, J. (2000): “Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: An exploratory assessment”, *Scientometrics*, 49 (3), 419-442.
- D’Onofrio, M. G. (2009 a): “The Public CV Database of Argentine Researchers and the ‘CV-minimum’ Latin-American Model of Standardization of CV Information for R&D Evaluation and Policy Making”, *Research Evaluation*, 18 (2), Special issue on the use of CVs in research evaluation, 95-103.
- D’Onofrio, M. G. (2009 b): “El *currículum vitae* de los investigadores y las bases de datos bibliográficas como fuentes de información para la evaluación de recursos humanos en ciencia y tecnología”, ponencia presentada en la *V Jornada de Bibliotecas de Ciencia y Tecnología “Producción científica y tecnológica en cifras”*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 22 de abril, mimeo.
- D’Onofrio, M. G. y Gelfman (2009): “Fuentes de información para el análisis de resultados e impactos de

programas de becas de posgrado en ciencias e ingenierías en Iberoamérica”, *Revista CTS*, 13 (5), 1-35.

- Jaramillo, H.; Lopera, C. y Albán, C. (2008): *Carreras Académicas. Utilización del CV para la modelación de carreras académicas y científicas*, Bogotá: Facultad de Economía, Universidad del Rosario, disponible en <http://www.urosario.edu.co/FASE1/economia/documentos/pdf/bi96.pdf>.