



## ¿Existe un tamaño óptimo eficiente para los centros de investigación? Is there an ideal size which is efficient for the research centers?

Recibido: 31 de marzo de 2013; aceptado: 13 de mayo de 2013

**Guillermo Campos Ríos<sup>1</sup>, Gamaliel Toxqui Macuil<sup>2</sup>, Verónica Nava Mozo<sup>3</sup>**

Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

### Resumen

El presente documento sostiene que los actuales criterios de medición de productividad en la actividad de la ciencia y la tecnología no son los más adecuados. Sin embargo, es un hecho que estos mismos criterios, con todo lo criticable que puedan ser, se están aplicando para hacer estimaciones diversas sobre la calidad de la producción científica, tanto a nivel individual como a nivel colectivo, por ello no es adecuado abstraerse de tocar este tema. La evidencia obtenida permite sustentar la afirmación de que *sí es posible encontrar tamaños óptimos eficientes de centros de investigación*. Los resultados indican que no existe un único tamaño óptimo, sino varios tamaños óptimos en función del entorno en que se inscribe la actividad de ciencia y tecnología desarrollada en una institución. Esto permite concluir que el reto es encontrar -colectivamente- una manera de incidir, dentro del actual marco de estimación, para mejorar el aprecio por la actividad de los investigadores y promover mejores políticas y criterios de evaluación.

*Palabras clave: centros de I+D en México, Tamaño de centros de I+D, Productividad.*

### Abstract

This paper argues that current productivity metrics in the activity of science and technology are not the most suitable. However, is a fact that these same criteria, with all the criticism that can be, are being applied to various estimates about the quality of the scientific production, both individually and collectively, thereby not suitable abstract from touching this topic. The evidence can support the claim that, *it is possible to find optimal sizes efficient research center*. The results indicate that there is no single optimal size, but several optimal sizes depending on the environment in which the activity of science and technology is developed in an institution. It is concluded that the challenge is to find –collectively– a way of influencing, within the current estimation, to enhance appreciation to Researchers activity and promote better policies and assessment criteria.

*Keywords: R & D Centers in Mexico, Size of R & D Centers, Productivity.*

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de evaluación han ido adquiriendo una mayor importancia en el ámbito educativo debido, quizá, a su cercanía con conceptos como la calidad y la rendición de cuentas. Esto ha generado grandes cambios en la forma de operar en las instituciones educativas desde los niveles básicos (pre-escolar y primaria) hasta

los niveles de formación profesional en donde se tienen características distintivas en la generación de procesos de evaluación.

En los centros e institutos en donde se desarrolla labor científica y de desarrollo de tecnología mantienen una continuidad en la aplicación de algunos procesos de

<sup>1</sup> Doctor en Estudios Sociales por la UAM-Iztapalapa. Profesor-investigador en la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Investigador Nacional I, Líneas de investigación: Trabajo y Conocimiento en el Desarrollo Latinoamericano desde la crítica de la Economía Política. Correo electrónico: gcampos61@hotmail.com

<sup>2</sup> Licenciado en economía por la Facultad de economía de la BUAP. Becario VIEP 2011 en esa misma facultad. Línea de investigación: Educación y Trabajo en América Latina. Correo electrónico: tmg\_20@live.com.mx

<sup>3</sup> Doctora en Desarrollo Regional por el Colegio de Tlaxcala, A.C. Posdoctorante Nacional Conacyt 2011-2013 en la Facultad de Economía de la BUAP. Candidata a Investigador Nacional. Línea de investigación: Aglomeración de los centros de investigación. Correo electrónico: veronica\_navam@hotmail.com



evaluación que son aplicados en las facultades y que tienen una relación directa con la formación de recursos humanos. Sin embargo, hay procesos de evaluación muy específicos que tienen que ver con su productividad que es el punto que interesa en el presente documento.

En México se invierte cada vez más dinero, tiempo y esfuerzo –tanto a nivel individual como institucional– para cumplir y dar seguimiento a los distintos procesos de evaluación ya que, como bien lo señala Díaz Barriga (2008:22): “...existen varios programas de evaluación que actúan simultáneamente sobre un mismo objeto, pero no necesariamente operan con los mismos criterios”. Para este documento, se considera apropiado retomar sólo el tema de la *medición de productividad* en las actividades de ciencia y tecnología, bajo tres consideraciones:

- 1) *No plantear escenarios de evaluación ideales*, ya que estos finalmente impiden operar en la realidad de los centros e institutos en donde se desarrolla actividad de ciencia y tecnología.
- 2) *Ajustarse a las bases de información disponibles* para cualquier investigador, reconociendo que hay un cerco informativo real en las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en México. La premisa es que existe información, pero ésta es asistemática y parcial.
- 3) *Ligar el tema de la productividad a la construcción de ambientes de innovación* que nos lleven a plantear tamaños eficientes de centros de investigación, evitando los grandes institutos llenos de burocracia, pero también los microcentros sin capacidad real para investigar.

Un propósito más del documento es aportar criterios que ayuden a los tomadores de decisiones a definir políticas de ciencia y tecnología más eficientes. Las aportaciones buscan dar bases para que la asignación presupuestal pueda tener un criterio más abierto, con mayores precisiones y dirigido a instituciones que requieren un apoyo para crecer. Se visualiza una política de I+D claramente dirigida y no de espectro “ciego” basado en criterios muy vagos de productividad.

Las bases de información utilizadas en el análisis se obtuvieron de las siguientes fuentes: a) el Padrón de Investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), b) el listado de miembros vigentes del

Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), c) los archivos de Programa de Mejora del Profesorado (Promep) para la BUAP y d) las estadísticas oficiales de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su tratamiento será explicado en el apartado de metodología.

Como puede deducirse, desde ya, una primera limitante del estudio es que los hallazgos empíricos se basan en los datos de sólo dos instituciones de educación superior que aunque comparten características como la región y el liderazgo, también tienen diferencias entre sí como su origen y su tamaño por lo que es importante explicar que esta situación obedeció a la disponibilidad de datos que se requerían para la construcción del índice de productividad.

Otra limitante del estudio, es que los centros de investigación de estas IES se abordan sin considerar aspectos como su contexto, sus disciplinas e, incluso, su historia. Estas variables que, aunque inciden en el fenómeno de productividad, no son cuantificables. Por esto, se consideró que un intento de inclusión de las mismas llevaría a la asignación de valores arbitrarios que arrojarían resultados poco confiables y quizá a un “determinismo” sobre las condiciones estructurales que definen el destino de las instituciones.

Ambas limitantes no merman los hallazgos encontrados ya que estos nos llevan sólo a proponer un índice de productividad más confiable y los resultados son sólo un ejemplo de aplicación que no busca generalizar el comportamiento en otras IES del territorio nacional, por más que reconocemos “frangias” de comportamiento, más que similares, en diversas universidades nacionales con características parecidas.

## 1. LA DESMITIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

### 1.1 La investigación científica como actividad laboral

Las dificultades en la medición de la productividad de los investigadores ha generado la idea de que el mundo laboral de ellos es prácticamente incognoscible. En esta afirmación influye además, la falsa idea que se tiene sobre *lo que es y hace* un investigador científico. Al respecto, en muchas ocasiones, se asocia al investigador científico con imágenes de comportamiento excéntrico y se les piensa

poseedores de virtudes excepcionales que los convierten en “genio”. Así, en el mundo del sentido común, *científico* y *genio* se han mantenido como una y la misma cosa.

No se duda que la genialidad ha existido en los casos de científicos que han pasado a la historia e, incluso, no se duda que en el momento actual existan muchos casos de poseedores de una gran genialidad, pero esta situación no es la norma. Actualmente la actividad científica se realiza –de manera mayoritaria– con actores mucho más cercanos a los ciudadanos comunes y corrientes, poseedores de un conocimiento especializado y que, actuando en ambientes propicios, llegan a revolucionar el conocimiento. De este hecho es que se sostiene que el grueso de los investigadores o científicos contemporáneos se han integrado a procesos laborales similares a cualquier otro trabajador. La diferencia radica en que su objeto de trabajo es la ciencia y/o la tecnología y su producto, avances en la elaboración teórica, muchas veces como producto colectivo.

El antiguo científico individual y aislado ha sido sustituido por equipos de investigación en ambientes de intercomunicación abierta (Isaacson, 2012). Ha pasado de desarrollar su labor desde las instituciones gubernamentales y centros de investigación con una visión de aporte a la sociedad a estar inmersos en un ámbito institucional representado, mayormente, por las universidades. Adicionalmente, y partiendo de la idea de Cajal (en Bardo, 2002), se sostiene que el científico tiene un perfil determinado a partir del territorio en donde desarrolla su labor científica, por lo cual las conclusiones del presente documento sólo podrían explicar la realidad del investigador científico en México.

Poniendo en contexto, en nuestro país, un primer antecedente histórico de la institucionalización de la ciencia y, en consecuencia, de la labor del científico, es la creación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año de 1910 y del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1936. Ambas instituciones, como pioneras, fueron las primeras en ir conformando espacios para el desarrollo de la ciencia a través de centros e institutos de investigación. Pero ya la formalización de esta institucionalización de la ciencia se da en el año 1984 con la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) bajo el cobijo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). A partir de estos hechos, se institucionaliza la investigación y se inicia, prácticamente,

la profesión de investigador científico bajo lineamientos y normas que lo configuran como un trabajador profesional con problemáticas similares a las que enfrentan prácticamente todos los profesionistas.

A pesar de que la labor científica es ya vista como una profesión más, sigue manteniéndose como válida la imagen tradicional del científico-genio y aislado, lo cual lleva, inevitablemente, a que aparezca como natural la pregunta de, ¿cómo sería posible evaluar la productividad de un genio? si se cree que no hay regularidades en su desempeño, no hay otros con los que se pueda comparar, para ellos no es posible definir disciplinas ni horarios. En cambio, se piensa que solo existe compulsión, inspiración y extraordinaria inteligencia... ¿cómo medir eso?

Quitando de este análisis a los verdaderos genios, tenemos que en la realidad cruda y cotidiana, un investigador científico es un ser humano como cualquier otro, poseedor –en el mejor de los casos– de una buena dotación de inteligencia y una extraordinaria capacidad de trabajo. Actualmente, el investigador desarrolla su actividad integrándose a equipos de investigadores iguales que él. El trabajo en equipo ressignifica las “claves del desempeño laboral”, aparece el valor de la disciplina, la necesidad de formación continua, el aprecio de las relaciones sociales y profesionales; lo cual no difiere mucho de los ingredientes que están presentes en otras actividades profesionales. De hecho, la actividad desplegada en los centros de investigación en México nos habla de actores colectivos, por lo tanto comprometidos con su labor científica pero con necesidad de resolver presiones y disputas derivadas de la actividad colectiva (Izquierdo, 2006).

Si la investigación es una actividad laboral similar a la de muchos profesionistas, podríamos replantear la tarea de encontrar nuevos criterios para la evaluación de la productividad (Hualde, 2000). El objetivo de hacer estas mediciones con un cierto nivel de confiabilidad, tiene que ver con la posibilidad de hacer recomendaciones sobre los tamaños y perfiles de actividad de los centros de investigación.

## 1.2 Productividad en actividades de la ciencia

Como lo mencionan Páez y Salgado (2009:117):

...la evaluación de la actividad científica y de la productividad de los investigadores es una cuestión de interés desde muchas perspectivas distintas: la financiación de la investigación, la recompensa de la actividad de investigación, la formulación de políticas de investigación y la toma de decisiones relacionadas con tales políticas, la planificación estratégica de la actividad universitaria, la negociación salarial en los casos en que ésta se hace directamente entre el investigador y la organización contratante, la dotación de plazas de profesorado universitario y su promoción así como la concesión de becas, entre otras.

Es por eso que hablar de productividad y su medición es importante en el ámbito en el que el investigador desarrolla su labor científica.

El término productividad tiene su origen conceptual en los procesos de producción industrial por lo que se puede definir como: “*el número de productos obtenidos en un cierto periodo de tiempo, relacionado con la cantidad de insumos totales utilizados*”. Extrapolando esta visión hacia el campo de los investigadores, la productividad se plantea como una medición de la producción “*per cápita*” en el campo de la investigación. Esto hace lógico que en las estadísticas de productividad de los centros e institutos de investigación indiquen que conforme crece el tamaño de los centros, la productividad global también crece dando una idea equivocada de que la productividad presenta un comportamiento lineal ascendente que carece de punto de inflexión.

En otras palabras, esta idea de generación de productos a partir del recurso humano, da la idea de que la productividad descansa exclusivamente en los hombros de cada uno de los investigadores que conforman el centro o instituto de investigación, situación que se propone poner en cuestionamiento.

Sin embargo, la productividad no es un factor que sólo depende de la actividad personal del investigador. La productividad también tiene referentes sociales que se encuentran condicionados por la dinámica administrativa y de gestión de la institución de la que forman parte. Así, la productividad obedece en buena parte al ambiente construido en el centro de trabajo, en este caso, los centros e institutos de investigación disponen de un determinado “ambiente” que puede favorecer el

crecimiento de la productividad en la labor científica (Bourdieu, 2001).

Lo planteado anteriormente da pie a la tesis manejada en este artículo de que *el tamaño del centro de investigación es determinante en la conformación de ambientes productivos*. Esta condición se suma al hecho de que el tamaño también es determinante en la “sofisticación” tecnológica de la infraestructura material y del tipo de relaciones de identidad y de aprendizaje que favorecen, en mayor o menor medida, la producción científica.

Reconocer la importancia del tamaño de un centro o instituto de investigación no es una afirmación nueva; ya es sabido de antemano pero ahora se entiende al tamaño como un elemento esencial, interno, que de manera sutil marca la posibilidad de potenciar, en mayor o en menor medida, las actividades de un centro y, por ende, de cada uno de los investigadores que lo conforman.

## 2. EL TAMAÑO DE LOS CENTROS

El crecimiento de la investigación en nuestro país ocurrió en muchos casos sin la posibilidad de planificación y, sobre todo, sin una estructura de recursos y sin una política de ciencia y tecnología. De este modo se crearon centros de investigación más a partir del voluntarismo que de la planeación. Se habla de voluntarismo a partir del hecho innegable de que en México se presenta la ausencia de un sistema de ciencia y tecnología consolidado que tenga como fin el progreso económico y social del país (Retana, 2009:51). Esta situación se ha originado del hecho de que en cada periodo presidencial se corre el riesgo de que cambien algunos criterios generales sobre el tipo de ciencia que quiere apoyar el funcionario de mayor jerarquía. El voluntarismo suple a la política científica. Muchas acciones en materia de ciencia y tecnología no constituyen, por sí mismas, una política de ciencia y tecnología (Sánchez Daza, 2000).

Esta forma de crecer trajo como saldo la existencia de centros de investigación de tamaños muy variados e impensados; unos, extremadamente pequeños en término de sus recursos humanos, de sus limitados perfiles de formación y con infraestructura limitada; otros, grandes institutos con decenas de investigadores, con mejores recursos en general, con mayores presupuestos, con amplias redes de colaboración, etcétera. Estas discrepancias se han manifestado en diferencias muy acusadas sobre

la calidad y el número de productos que obtiene cada uno. También ha dejado una inercia de actividades y de prejuicios que ya no es conveniente seguir propiciando ni manteniendo.

En la teoría económica tradicional se ha mantenido la existencia de una economía de aglomeración que en ciertos momentos permite aprovechar las virtudes de la concentración, como la consolidación de los costos, las soluciones compartidas; sin embargo, también reconocen la existencia de otras fases de agotamiento en donde lo que anteriormente eran virtudes se convierten en defectos. (Manrique, 2006).

Los supuestos de la economía de la aglomeración más tradicionales describen gráficamente al comportamiento de las actividades aglomeradas como una “U” invertida, que posee un punto crítico que separa a la curva en dos partes idénticas (una parábola con signo del término cuadrático negativo), una creciente, donde la acumulación reporta ventajas, pero después del punto de inflexión sobreviene la fase de agotamiento. Esta consideración del comportamiento también involucra el criterio de convergencia que se estaría presentado en todos los casos, lo cual no ocurre en la experiencia que aquí se describe. De esta manera, es posible resaltar la necesidad de continuar en retomar la discusión sobre el tamaño de los centros.

No se trata de aplicar mecánicamente el criterio de aglomeración económica a los centros de investigación; de hecho, y poniéndonos en un extremo de alta radicalización, es relativamente poco importante llegar a encontrar un número en el cual encontramos mayores niveles de productividad; dado que reconocemos el tipo de división del trabajo que se suele adoptar en este tipo de centros, que generalmente se resuelve a través de pequeños grupos de investigación –dos o tres y máximo cinco o seis– y cada centro es la suma de esos varios grupos. Esta forma de división del trabajo científico, poco planificada y circunstancial, es lo que se debe evitar. Lo que interesa, por principio de cuentas, es reconocer la importancia del tamaño y a partir de ello orientar la conformación de equipos numéricamente eficientes. Las grandes empresas, que basan su buen éxito en la innovación, en general cuentan con cientos, y a veces miles, de científicos trabajando en proyectos científicos del mismo campo disciplinario; sin embargo, poco se dice que a su interior, cada proyecto cuenta con un número

aproximado de 20 ó 25 investigadores para atacar un problema concreto (Nokia Research Center, 2010 e Isaacson, 2012).

**Cuadro 1. IES con mayor producción científica y tecnológica durante el periodo 2003-2009**

INSTITUCIÓN	PRODUCCIÓN
UNAM	23 132
CINVESTAV	8 041
IPN	5 646
UAM	4 524
UDG	2 072
BUAP	1 948
ITESM	1 796
UANL	1 780
UAEM	1 605
UGTO	1 570

Fuente: elaboración propia con información del FCCyT (2011).

En el caso específico de México el sistema de investigación científico y tecnológico muestra un alto grado de concentración global, tanto territorial como institucional. La ciudad de México, capital de este país, es el punto concentrador y lo que existe fuera de este centro es poco, o bien es muy pequeño. Otro rasgo que posee este sistema es que la mayor parte de la investigación científica se realiza en instituciones educativas de nivel superior siendo la UNAM, que se encuentra localizada en la ciudad de México, la que concentra un mayor número de centros de investigación y, por lo tanto, de investigadores científicos. Para confirmarlo, el cuadro 1 muestra los niveles de producción científica de las principales 10 Instituciones de Educación Superior (IES). El comportamiento descrito anteriormente ha permitido construir una “creencia” respecto a la conveniencia de tener preferentemente grandes centros de investigación, creencia que se apoya teóricamente con la propuesta “marshalliana” de la aglomeración. Con toda seguridad existe poca o nula conciencia sobre las propuestas de este autor, sin embargo, el sentido común indica que se le debe atender. A este sentido común abonan los resultados empíricos que –en términos generales– indican una mayor productividad en los centros más grandes, pero eso



no basta. No se dan datos más detallados sobre la división del trabajo, sobre la heterogeneidad productiva. Contar con este nivel de detalle de la información apoyaría el proceso de la planeación.

Una de las actividades que permitirían una mejor definición de los planes a seguir en los centros de investigación es la medición de la productividad, tanto de sus miembros individuales, como del centro en su conjunto, llegando hasta el nivel de equipos de investigación del mismo problema. Presumiblemente, conociendo los perfiles de productividad, se podrían encontrar tamaños eficientes de los diversos centros de investigación, pero aún más importante, se podrían asignar tamaños a los equipos de investigación. También ayudaría a definir los modelos de investigación a seguir en el largo plazo (la tendencia podría ser: ¿conformar grandes institutos aislados del resto de las actividades universitarias? o bien, ¿construir modelos más abiertos, de menores plazos y de mayor aplicación en centros de Facultad con mayor vinculación?), también ayudaría a definir criterios de ingreso más adecuados.

### 3. LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

El proceso de generación de ciencia y tecnología es complejo y heterogéneo al estar en función del ámbito institucional, así como de los diversos vínculos y dinámicas de la disciplina en que se desarrolla. Y aunque es una actividad claramente relacionada con la obtención de recursos económicos para su desarrollo sus resultados y/o productos no son de la misma naturaleza. Como lo menciona Sancho (2001:383), "...los resultados o beneficios de la ciencia son intangibles, multidimensionales, y prácticamente imposibles de cuantificar en términos económicos." Si a esto aunamos el hecho que muchos de ellos no son inmediatos sino a mediano y largo plazo, se entiende porqué la autora hace también una aseveración clave sobre la medición de la actividad científica:

...el coste-beneficio de la ciencia no se puede estimar según modelos convencionales [...] cualquier proyecto de medición, análisis o evaluación de la actividad científica o técnica requiere necesariamente un trabajo estadístico previo de toma de datos básicos y posterior análisis de los mismos, para llegar a construir los necesarios indicadores de dicha actividad (Sancho, 2001:383).

Lo anterior permite sostener que con la investigación científica el problema de la medición se complica de manera extraordinaria, tanto por la dificultad de llegar a establecer *criterios* sobre lo que es medible y evaluable en este tipo de labor, como por los *instrumentos* elegibles para objetivar los resultados de la producción científica.

No se debe olvidar tampoco que, contradictoriamente, la investigación es una de las áreas, dentro de las instituciones de educación superior mexicanas, que genera menor cantidad de información útil y no estamos hablando de aquella "ultra secreta" de las patentes, sino de la cotidiana sobre los rendimientos, sobre los productos logrados en un plazo de tiempo razonable, incluso sobre su recurso humano. Podemos decir sin temor a equivocarnos que no hay bases de datos confiables mediante las cuales se pudiera al menos "contar" (si ese fuera el caso) de manera sistemática la producción científica, salvo una que otra excepción.

Y ésta es una primera y muy importante problemática identificada en el estudio que pone en evidencia que la ciencia y la tecnología en nuestro país no ha sido considerada como un rubro importante para el desarrollo del mismo por lo que hace "innecesario" tener estadísticas útiles al respecto. En comparación, si hay países que ya han sistematizado la generación de estadísticas sobre I+D como, por ejemplo, Estados Unidos que desde hace más de 60 años recaba datos estadísticos de la actividad científica nacional a través de organismos como la Fundación Nacional de Ciencia (*National Science Foundation*). Incluso hay organismos internacionales que han desarrollado métodos normalizados para la obtención de datos sobre I+D de los países que los conforman como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que contabiliza datos de 25 países.

Reconociendo esta carencia de información, en este trabajo se propone una manera de medir o evaluar algunas de las dimensiones de la acción de investigación, usando al menos la parte más objetiva y de la cual sí existe un registro. Es importante mencionar que, paradójicamente, esta escasez de información contrasta con la queja de los investigadores de que siempre están reportando sus actividades y logros a diversas instancias de gestión (Conacyt, Promep, instancias de promoción a la investigación, entre otras). Es un hecho que si alguien intenta hacer un seguimiento estricto y sistemático de las actividades de investigación en México, uno de sus más

severos problemas es la información disponible, realmente útil. Esta situación, al parecer, también ocurre en otros países de América Latina donde los investigadores tienen un exceso de carga en la producción de información burocrática pero, al mismo tiempo, no existe información burocrática disponible sobre lo que ellos hacen. En algún lugar se está perdiendo esta información.

En esta propuesta intentaremos medir la productividad de los centros de investigación existentes en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y en la Universidad Nacional Autónoma de México. Se hará a partir de información habitualmente disponible y con una estructura de cálculo realmente simple; considerando que podría ser una rutina de autoevaluación casi permanente, que permita a los centros y a los investigadores comparar sus estándares con los criterios impuestos a través del Promep y del Conacyt, a los que frecuentemente se les acusa de inducir al “productivismo”.

## 4. UN PRIMER MARCO DE DEFINICIONES

### 4.1 Indicadores de la actividad científica

La palabra indicador hacer referencia a un parámetro que se utiliza para medir una actividad. En el caso de la actividad científica y debido a su carácter complejo y multidimensional, el uso de un solo indicador se vuelve insuficiente. A nivel macro, para la toma de decisiones y elaboración de políticas sobre ciencia y tecnología se consideran indicadores del mismo nivel como: el monto de la inversión en I+D, número de patentes desarrolladas y la formación de recursos humanos. Estas estadísticas no permiten medir con claridad la actividad científica al interior de las IES. Por tal motivo, este análisis se ha centrado en el estudio de la productividad pero no como un indicador más sino como un índice que compense las variaciones de desempeño al interior de las mismas IES.

### 4.2 La Bibliometría como indicador

“La Bibliometría es la disciplina científica que estudia las características y comportamiento de la ciencia y la tecnología a través de las publicaciones científicas” (Sancho, 2001:391). De entrada un indicador bibliométrico sobre la actividad científica del investigador es de naturaleza

cuantitativa el cual puede ser denominado como un indicador netamente de producción.

Dicho indicador puede complementarse con un análisis de citas a través de uno o varios expertos lo que le suma un aspecto cualitativo que puede permitir la diferenciación entre cifras similares.

Sobre este tipo de información descansa gran parte de la medición del desempeño de la actividad científica del investigador; sin embargo, en el trabajo cotidiano no es lo único relevante de su labor por lo que como indicador aún es incompleto pero es obvio que formará parte de lo que será la propuesta de índice que se presentará más adelante. Aunque nuevamente aparece la problemática de la falta de estadísticas al interior de las instituciones de educación superior o, en caso de haberlas, inexistente acceso a ellas de forma pública. Nuevamente, con contadas excepciones.

### 4.3 La noción de productividad

Como primer paso, retomemos la definición de productividad totalmente arbitraria y elemental que ya en un inicio se había expuesto y la cual se puede delimitar en principio como “*el número de productos obtenidos en un periodo de tiempo definido, entre la cantidad de insumos totales utilizados*”. Extrapolando esta delimitación hacia el campo de los investigadores se podría traducir, en una de sus múltiples versiones, como: “*la producción total de un investigador durante un año*”. En el caso de los centros se podría definir como “*la suma de los productos generados por el total de investigadores durante un año*”.

Los productos contabilizados en la actividad científica del investigador son: libros publicados; capítulos de libros publicados; artículos en revistas arbitradas e indexadas; memorias en eventos nacionales e internacionales; tutorías de tesis y proyectos de investigación formalmente reconocidos con o sin financiamiento.

Entre estos diversos tipos de productos hay una fuerte diferencia en su contribución a la explicación de la productividad, siendo la publicación de textos en general la variable que más participa en la definición global de los rendimientos productivos. Sin embargo, existen centros de investigación donde las tutorías ocupan su mayor producción; en esos casos se ponderan los efectos de esta variable, vía la estandarización de sus datos.

#### 4.4 Un acercamiento al índice de productividad

Un índice de productividad aplicado en la actividad de investigación científica nos plantea muchas interrogantes, ya que ésta es diferente a la actividad productiva de un obrero, estamos ante un trabajo complejo que ha llevado años de formación y de experiencia. "... para (desempeñar) la actividad que realizan los académicos es necesario (cuando menos) algún grado de originalidad y creatividad." (Lomnitz y Fortes, 1981:48).

Hay que resaltar que los resultados de investigación obtenidos por los investigadores en su labor científica son sociales y colectivos, aunque aparentemente son un resultado individual. Es por ello que el registro de los productos puede ser difuso de entrada.

En la bibliografía existen estudios que nos hablan de indicadores construidos a partir de variables elementales como: publicaciones de diverso tipo, patentes, citas, proyectos de investigación, tutorías, entre otras. En muchas ocasiones, aunque se utilicen como factores de evaluación, no se alcanza el nivel de estructuración de un índice como tal (Antonelli, 1997).

En otros casos se hacen estudios comparativos con esta misma información y, a veces, se realiza la comparación poniendo énfasis en alguna variable como puede ser el número de citas obtenido (Schmoch y Legler, 2006).

En el caso de México, esta información no está siempre disponible. Por esto es que un índice de productividad puede recuperar la sencillez de un coeficiente de variación estadístico que nos permita comparar –con todas las reservas de la ley– dos cosas en esencia diferentes pero que se pueden hacer parecidas fijando dos criterios: su varianza y su media, que ayuden a ubicar rápidamente a un investigador o a un centro en un cierto espectro de productividad (Arcedo, 2008) y hacer una reflexión a partir de un marco teórico sostenido en una perspectiva crítica.

### 5. SOLUCIÓN METODOLÓGICA

Como un primer paso se desarrollaron las bases de datos tanto de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla como de la Universidad Nacional Autónoma de México a partir de información oficial obtenida de las siguientes fuentes:

- 4) El Padrón de Investigadores vigentes en el año 2011 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).
- 5) El listado actualizado del Programa de Mejoramiento del Profesorado (Promep) de la Secretaría de Educación Pública (SEP).
- 6) El Padrón Interno de Investigadores 2011, de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado (VIEP) de la BUAP.
- 7) Las estadísticas oficiales sobre el Subsistema de Investigación Científica y el Subsistema de Humanidades de la UNAM.

Una vez elaboradas las bases de datos con las variables previamente definidas se inició la aplicación del criterio de hacer una selección de investigadores a efecto de disponer de una muestra manejable. Por esa razón se decidió contar solamente a los académicos que están incluidos en el listado vigente de miembros del SNI, los cuales nos aseguran un nivel de consolidación y reconocimiento en su labor científica.

Los datos obtenidos de ambas instituciones fueron analizados a nivel centro/instituto de investigación con la intención de presentar en este documento una forma diferente de medición de la productividad, entendemos "más justa", a partir de un índice de productividad "ponderado" con factores de operación legalizados por la vía de la práctica a que les obliga su propio tamaño. La nueva propuesta de índice de productividad ahora considera la adición de nuevos factores a la variable base: la producción. Tradicionalmente esta variable se compone de la producción de documentos como: artículos en revistas, libros, compilaciones y capítulos de libro.

Las variables que se propone incluir en el índice de productividad tienen su justificación en su impacto en la formación de recursos humanos que es una de las labores clave de la comunidad involucrada en la investigación. Estas variables son: las tutorías y los proyectos de investigación. Por un lado, las tutorías hacen referencia clara al acompañamiento y guía que el investigador hace de los alumnos para el logro de una titulación basada en el desarrollo de un documento de investigación o, al menos, de reflexión teórica y/o empírica. Por otro lado, los proyectos de investigación que dentro de su dinámica institucional marcan como política de acción la integra-

ción de estudiantes dentro de su desarrollo.

Es importante mencionar que la metodología desarrollada para la construcción del índice de productividad se basa en datos estadísticos institucionales tanto de la BUAP como de la UNAM en sus dos sub-sistemas (SIC-SIH). Aclarando a su vez que los datos obtenidos presentaron distintos niveles de agregación, por lo que se decidió definir un nivel común para ambas IES de estudio. En este caso, la unidad de estudio es “Centro/Instituto de investigación” y es a partir de ella que los datos y comportamientos serán estudiados.

Ya definidas las variables con las que contamos y que son comunes tanto en la BUAP como en la UNAM, procedemos a ordenar a los centros de investigación por tamaños en orden ascendente en ambas instituciones. Se elimina la separación de los sub-sistemas de la UNAM y se manejan los datos a nivel institucional.

Enseguida, y con la finalidad de conocer los momentos de variación crítica de la producción en los centros, tomando como base el número de investigadores, se decide utilizar cuatro grandes rangos en ambas IES. La recurrencia observada en el número de investigadores usualmente alojados en los centros de investigación, y que fue la que se tomó para este estudio, se presenta en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Rango de los tamaños de centros de investigación para la BUAP y para la UNAM**

Tamaño de centro	No. De investigadores BUAP	No. De investigadores UNAM
Estrato 1	De 1 a 24	De 1 a 58
Estrato 2	De 25 a 48	De 59 a 111
Estrato 3	De 49 a 72	De 112 a 164
Estrato 4	De 73 a 95	De 165 a 217

Fuente: elaboración propia con información de la BUAP (2011a) y UNAM (2012).

La dimensión institucional es evidentemente mayor en el caso de la UNAM, y esta condición impacta directamente al tamaño diferenciado de los centros de investigación en cada uno de los estratos. Este es un criterio que no habrá de dejarse de lado en la evaluación de los

comportamientos productivos de ambas instituciones.

Justo para iniciar un proceso que permita y facilite – de algún modo– la comparación, se decidió hacer una estandarización de los datos, a efecto de eliminar o reducir el impacto de datos extremos (muy pequeños o muy grandes). La estandarización de los datos es necesaria para evitar disparidad en las mediciones de productividad. La estandarización se hace en base a la variable y al cuartil al que pertenece cada centro de investigación. Así, se obtendrán las variables estandarizadas de: Producción, Tutorías y Proyectos de investigación por estrato previamente definido.

Una vez estandarizados los datos se procede a calcular el promedio de las variables (Producción, Tutorías y Proyectos de investigación) y la Desviación Estándar por estrato. Con estos dos datos podemos conocer el índice de variación del estrato dividiendo la desviación estándar entre el promedio. Dicho índice indica qué tan homogéneo es el comportamiento de productividad al interior del estrato. Entre más grande menos homogéneo el comportamiento al interior, lo cual se va interpretando como un estilo de gestión diferente; con menor capacidad de control en cuanto se tienen valores de índice mayores.

Finalmente, con el complemento a la unidad se transforma el índice de variabilidad en índice de productividad, quedando su expresión matemática como sigue:

$$I_p = 1 - \frac{\sigma}{\bar{m}}$$

Donde:

$I_p$  = Índice de productividad

$\sigma$  = Desviación estándar

$\bar{m}$  = Media

El cuadro 3 muestra los datos obtenidos por estrato/institución en cada uno de los elementos de la ecuación.

Es a partir del índice de productividad que se realiza el análisis de los resultados graficando los estratos por cada una de las instituciones de educación superior analizadas.

**Cuadro 3.**  
**Datos base y Productividad por estrato. BUAP-UNAM**

Tamaño de centro	BUAP			UNAM		
	$\sigma$	m	Ip	$\sigma$	m	Ip
Estrato 1	0.870653832	0.83884042	0.03792546	0.8578804	1.1420424	0.248819109
Estrato 2	1.029961763	1.17783287	0.12554507	0.5852601	1.4978502	0.609266631
Estrato 3	1.525545003	1.75818597	0.13231875	0.7014221	1.2243039	0.427084995
Estrato 4	N.D. <sup>1</sup>	N.D. <sup>1</sup>	N.D. <sup>1</sup>	0.7511469	1.2236065	0.386120556

Fuente: elaboración propia con información de la BUAP (2011b) y UNAM (2012).

Nota: <sup>1</sup> Dado que se contaba con un dato único dentro del estrato, no fue posible determinar el índice de productividad al no poder obtener ni la desviación estándar ni la media con datos estandarizados

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

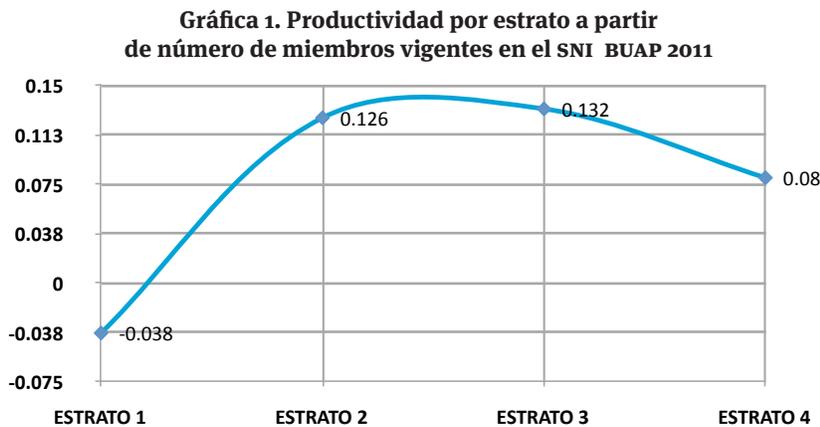
### 6.1 La productividad en la BUAP

Una vez obtenidos los datos del índice de productividad por estrato para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se procedió a graficarlos, obteniéndose la gráfica 1. En dicha gráfica se hace la aclaración de que en el último estrato sólo se pudo contabilizar a un centro de investigación por lo que no fue posible hacer el ejercicio de estandarización que se realizó para el resto de los estratos.

Sin embargo, y con base en los comportamientos observados en otros estratos se estimó –sólo para graficar– un índice de productividad del 0.08 para el estrato 4 ya que en

la inexistencia de datos tomaba un valor 0 que dentro del gráfico sería igual a decir que ese último centro de investigación –y el mayor en tamaño– no genera ningún producto, ni da tutorías e incluso no desarrolla investigación lo cual sería erróneo mencionar.

Como puede observarse se presenta una curva en “U” invertida. Esto es que en el estrato 1 y 2 se presenta una tendencia a generar una mayor productividad conforme va habiendo un mayor número de investigadores reconocidos, pero que encuentra su punto de inflexión justo en el límite superior del estrato 2, y mantendría una tendencia decreciente de la productividad ante una mayor concentración de investigadores. Este comportamiento viene a validar los supuestos de la economía de la aglomeración que señalan que la acumulación reporta ventajas hasta cierto nivel de concentración pero que



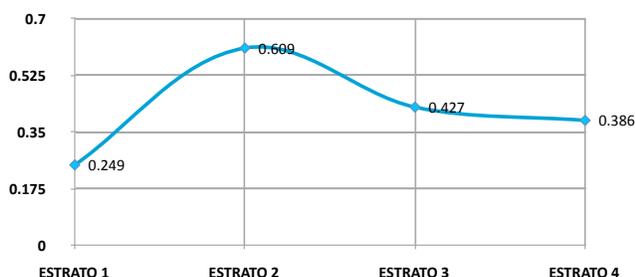
Fuente: elaboración propia a partir del cálculo del índice de productividad propuesto para la medición de la actividad científica del investigador con estadísticas oficiales de la BUAP.

después se presenta un punto de inflexión a partir del cual sobreviene la fase de agotamiento. Así, la gráfica 2 plantearía que, para la BUAP, el tamaño óptimo eficiente de un centro de investigación es de 25 a 48 investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

### 6.2 La productividad en la UNAM

El mismo ejercicio se realizó con los datos obtenidos para la UNAM, resultando la gráfica 2. A diferencia de la BUAP, en la UNAM sí fue posible estandarizar los cuatro estratos en los que se agruparon los centros e institutos de investigación ya que todos los estratos contaron con al menos dos unidades de observación.

**Gráfica 2. Productividad por estrato a partir del número de miembros vigentes en el SNI UNAM 2012**



Fuente: elaboración propia a partir del cálculo del índice de productividad propuesto para la medición de la actividad científica del investigador con estadísticas oficiales de la UNAM.

Una primera observación de esta gráfica es que presenta la misma forma de “U” invertida que presentó la BUAP. Por lo tanto, sigue validando las teorías de acumulación y los límites de los beneficios que puede obtenerse de una aglomeración, en este caso, de investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores. Una segunda observación es que, curiosamente, el punto de inflexión también se presenta en el estrato 2, aunque más hacia la mitad que al límite superior como en la BUAP. Por lo que puede afirmarse que para la UNAM el tamaño óptimo eficiente de un centro de investigación es, aproximadamente, de 59 a 85<sup>4</sup> investigadores miembros del

4 Se ha colocado el valor máximo de 85 estimando el punto intermedio del estrato en donde se da el punto de inflexión. El estrato 2 de la UNAM abarca de 59 a 111 investigadores SNI siendo 85 el valor intermedio del intervalo y en donde, aproximadamente, se da el punto de inflexión de la curva.

Sistema Nacional de Investigadores.

Esta diferencia se puede interpretar como el efecto natural de las diferencias en el tamaño institucional que se mencionó en los comentarios del Cuadro 2. El comportamiento es el mismo en términos de productividad general, lo que cambia únicamente es la dimensión escalar.

### 6.3 Coincidencias y divergencias entre instituciones

En cuanto a las coincidencias entre la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Nacional Autónoma de México, es notorio que ambas presentan la misma tendencia de “U” invertida y ambas en su segundo estrato. Lo cual nos da elementos para identificar al estrato dos como el parámetro que institucionalmente puede irse tomando como referencia para la gestión de los recursos de investigación y la planeación de la actividad de investigación de la institución, evidentemente, lo único que va a variar es la escala de los recursos humanos dependiendo de los tamaños de las instituciones.

A partir de identificar el estrato en donde se encuentra el tamaño óptimo de un centro de investigación, lo ideal sería que la gestión institucional de la investigación estuviese orientada a hacer crecer los centros e institutos de investigación pequeños y, a la vez, a estar conteniendo una mayor concentración en centros e institutos de gran tamaño como los que se representan en los estratos 3 y 4 en ambas instituciones de educación superior.

Existe una clara divergencia entre ambas instituciones al comparar ambas gráficas, los niveles de productividad son mucho más altos en la UNAM que en la BUAP. La UNAM encuentra su nivel de productividad más alto en 0.6 mientras que la BUAP lo encuentra en 0.14. Y esto se explica porque los niveles de concentración son mayores, es decir, hay una mayor cantidad de investigadores, e incluso de centros de investigación, en la UNAM que en la BUAP lo cual tiene que ver con varias razones como su antigüedad institucional, su infraestructura, la población a atender, los presupuestos de cada institución, entre otros. Esto viene a darnos argumentos que soportan una afirmación hecha en el resumen del presente documento, *no existe un único tamaño óptimo, sino varios tamaños óptimos en función del entorno en que se inscribe la actividad de ciencia y tecnología desarrollada en una institución. Se puede decir que hay resultados productivos mayores en un mismo estrato, recordando que un estrato*



*en general nos representa una “franja de posibilidad productiva”*. Por lo tanto, cada institución debiese hacer este ejercicio que se aplicó tanto en la BUAP como en la UNAM para identificar su propio tamaño óptimo de centro de investigación y a partir de ahí reorientar su gestión de investigación a nivel institucional.

## 7. CONCLUSIONES

La investigación como actividad profesional se ha desarrollado en el contexto de un crecimiento, en muchos casos, sin planificación y, sobre todo, sin una estructura de recursos. Sin una política de ciencia y tecnología. La creación de centros de investigación al interior de las instituciones de educación superior fue dándose más a partir del voluntarismo que de la planeación. La consecuencia ha sido la existencia de centros de investigación de tamaños muy variados e impensados; o no planificados para ser más exactos, donde la productividad –vista en su dimensión altamente compleja– no fue considerada para la definición de su tamaño. El crecimiento inmoderado de ciertos centros de investigación fue resultado de eventualidades diversas más que de recuperación y análisis de sus capacidades productivas.

El fenómeno de la concentración espacial e institucional de la actividad científica en México ya está provocando “bloqueos” en la productividad de los centros de menor tamaño y se corre el riesgo de que, en un momento dado, como lo muestran los gráficos presentados, los mismos grandes centros de alta concentración se vean auto-limitados por su gran tamaño.

La definición de las políticas de apoyo y fomento a la investigación en nuestro país serían mucho más claras y efectivas si se basaran en mediciones de productividad, sin embargo no se debe olvidar el peligro que existe de aplicar “medidas ciegas de productividad”, que dejan permanentemente fuera del acceso a mejores presupuestos a los centros micro y pequeño. También pueden existir “trampas de productividad” que dejan efectos perniciosos en ciertas condiciones.

Ante esta realidad, se considera necesario contar con estrategias de cálculo continuo de la productividad en los centros de investigación. El índice de productividad presentado aquí es extremadamente simple y es una propuesta para atender esta necesidad de seguimiento

cotidiano de las mejores prácticas. Busca, por un lado, ser *rápido y fácil de obtener*, ya que no requiere de información muy especializada o inusual y, por otro lado, busca ser *útil para la toma de decisiones institucional*, para que permita asimilar una cultura de la mejora de la actividad científica de manera dinámica a partir de la planeación de la investigación al interior de las Instituciones de Educación Superior, independientemente de su tamaño. Además, el índice de productividad puede ofrecer información que permita reorientar oportunamente los resultados de los centros, –y se insiste de nuevo– independientemente de su tamaño.

Estos nuevos hallazgos de investigación han proporcionado elementos para buscar nuevas unidades de estudio que sigan reforzándolos. Pero también, para evidenciar la importancia de que todas las instituciones de educación superior debieran tener estadística completas y actualizadas de sus centros de investigación. Contar con datos oportunos al interior de las IES les permite una buena planeación institucional. Si a lo anterior se añade que dichos datos sean de acceso libre y público, esto permitiría mejorar los estudios de comparación entre instituciones en búsqueda de una mejora de los procesos de I+D.

Esto permite concluir que el reto es encontrar –colectivamente– una manera de incidir, dentro del actual marco de estimación, para mejorar el aprecio por la actividad de los investigadores y promover mejores políticas y criterios de evaluación.

## RECOMENDACIONES

Se muestra en este estudio la importancia que tiene el número de investigadores en la definición de la productividad. La actual forma de definir la división del trabajo en los centros de investigación es poco planificada y circunstancial, eso es lo que hay que evitar. Lo que interesa, por principio de cuentas, es reconocer la importancia del tamaño y a partir de ello orientar la conformación de equipos numéricamente eficientes. Al interior de cada centro se debe definir el tamaño de los equipos de investigación de modo que siendo muy pequeños sólo sean una ficción y, siendo grandes, permitan una gran heterogeneidad en los resultados.

Durante el desarrollo de este análisis se identificaron

nuevos enfoques sobre los cuales se puede seguir analizando la productividad de los centros de investigación a partir de su tamaño. A continuación se mencionan los que consideramos más importantes y de los que es posible obtener información.

Un enfoque que pudiese añadirse al estudio es el género y así poder conocer, ¿qué papel están jugando las investigadoras en la productividad de los centros de investigación? Hay datos muy interesantes al respecto:

...en México las mujeres constituyen 40.4 % de la matrícula en licenciatura. En el posgrado crece la participación femenina pero no sobrepasa al 49 % de la matrícula. No todas las mujeres se gradúan y de las que lo hacen, son realmente pocas las que ingresan al Sistema Nacional de Investigadores. Dentro de este Sistema, el crecimiento por género es diferenciado. Se ha incrementado la participación de las mujeres, pero actualmente los hombres constituyen el 70 %. Las mujeres han incursionado en áreas en las que tradicionalmente estaban excluidas, pero aún no se logra la equidad plena, como sería de esperar en el espacio laboral en que se ubican las mentes con mayores estudios, con mejores posibilidades de asumir actitudes progresistas. Las mujeres se concentran en humanidades y ciencias de la conducta en donde su participación es del 50 %. En las ingenierías hay una mujer por cada 5 hombres, y en las ciencias físico matemáticas 4.7 hombres por mujer” (Ruiz y Chavoya, 2010:2).

Otro enfoque importante es el que tiene que ver con los investigadores jóvenes y su impacto sobre la productividad. En este enfoque es posible apreciar –igual que con las investigadoras– un conjunto de obstáculos o exclusiones derivadas exclusivamente de una especie de “discriminación etaria”. Poco se ha avanzado en este punto, y en este artículo lo dejamos de lado. Para futuros análisis es una dimensión necesaria de investigar puntualmente, como forma de establecer un mejor mapa de crecimiento de la productividad en las actividades de investigación en México.

## REFERENCIAS

Antonelli, C. & De Liso, N. (2003). *Economies of Structural*

- and Technological Change*. USA: Ed. Routledge.
- ANUIES. *La Evaluación como Función Sustantiva de la Investigación*. Recuperado de [http://www.anui.es.mx/servicios/p\\_anui.es/publicaciones/libros/lib44/000.htm](http://www.anui.es.mx/servicios/p_anui.es/publicaciones/libros/lib44/000.htm), consultado el 27 de marzo de 2012.
- Arcedo, F. D. (2008). “El impacto Institucional de los programas de evaluación de los académicos en la educación superior”. En Barriga, Á. D. (Coord.), *Impacto de Evaluación Superior Mexicana* México: IISUE-UNAM/ANUIES/Plaza y Valdés.
- Bardo Torres, P. (2002). *Ciencia periférica o ciencia marginal: la vía periférica de construcción institucional y cognitiva de la ciencia*. (Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid). Recuperado de <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/S/1/S1015801.pdf>, consultado el 19 de enero de 2012.
- BUAP. (2011a). *Padrón de Investigadores. Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado*. Recuperado de <http://www.buap.mx>, consultado el 8 de noviembre de 2011.
- (2011b). *Información referente a centros y facultades de BUAP*. Recuperado de <http://www.buap.mx>, consultado el 6 de diciembre de 2011.
- Bourdieu, P. (2001). *El oficio de científico*. España: Ed. Anagrama.
- Conacyt (2011). *Sistema Nacional de Investigadores. Padrón del 2010/2011*. Recuperado de <http://www.conacyt.gob.mx/SNI/Documents/SNI-investigadores-vigentes-2011.pdf>. Consultado el 20 de abril de 2012.
- Díaz Barriga, Á. (Coord.) (2008). *La era de la evaluación en la educación superior. El caso de México*. México: IISUE-UNAM.
- Hualde, A. (2000). “La sociología de las profesiones. Asignatura pendiente en América Latina”. En De la Garza, E (Coord), *Tratado latinoamericano de Sociología del Trabajo*. México: FCE.
- Inegi (2012). *El ABC de los Indicadores de Productividad*. Recuperado <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/otras/abc-prod.pdf>, consultado el 22 de noviembre de 2011.
- Isaacson, W. (2012). *Steve Jobs (Biografía)*. México: Ed. Debate.
- Izquierdo, I. (2006). “La formación de investigadores y el ejercicio profesional de la investigación. El caso de los Ingenieros y Físicos de la UAEM”. *Revista*

- de la Educación Superior xxxv(140)*, 7-28.
- Lomnitz, L. & Fortes, J. (1981). *Ideología y Socialización: el Científico ideal*. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Manrique, O. L. (2006). "Fuentes de las economías de aglomeración. Una revisión teórica". *Cuadernos de Economía*. xxv(45). Bogotá: Ed. Universidad Nacional de Colombia, 53-73.
- Neffa, J.C. (2000). "El proceso de innovación científica y tecnológica". En De la Garza, E. (Coord.) *Tratado latinoamericano de Sociología del Trabajo*. México: FCE.
- Nokia Research Center. (2010). *Los centros de investigación en Nokia*. Recuperado de <http://conversaciones.nokia.com/2010/09/28/los-centros-de-investigacion-de-nokia-mas-alla-del-concepto-morph>, consultado el 26 de junio de 2012.
- Páez, D. & Salgado, J.F. (2009). "Indicadores de productividad científica. Implicaciones para la evaluación de la psicología española". *Boletín de Psicología*. 97, 117-136.
- Piore, M. & Doeringer, P. (1985). *Mercados internos de trabajo y análisis laboral*. España: Ministerio del Trabajo y Seguridad Social.
- Retana Guascón, O. G. (2009). "La institucionalización de la investigación científica en México. Breve cronología". *Revista Ciencias*. 94, 46-51.
- Ruiz, S. & Chavoya, M. L. (2010). *La mujer en la investigación científica y humanística: un asunto de inequidad*. Recuperado de [http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/MUJERYEDUCACION/RLE2787\\_Yolosuchitl.pdf](http://www.chubut.edu.ar/descargas/secundaria/congreso/MUJERYEDUCACION/RLE2787_Yolosuchitl.pdf), consultado el 15 de agosto de 2012.
- Sánchez Daza, G. (2000). "Las actividades de investigación en la BUAP y el predominio de un modelo cerrado". *Revista Aportes*. 5 (14), 129-136.
- Sancho, R. (2001). "Medición de las actividades de ciencia y tecnología. Estadísticas e indicadores empleados". *Revista Española de Documentos Científicos*. 24(4), 382-404.
- Schmoch, U., Rammer, C. & Legler, H. (Eds.) (2006). *National Systems of Innovation in Comparison*. Netherlands: Springer.
- UNAM. *Información referente a centros e institutos de la UNAM*. Recuperado de [http://www.estadistica.unam.mx/series\\_inst/index.php](http://www.estadistica.unam.mx/series_inst/index.php), consultado el 13 de noviembre de 2012.