

## Influencia de la carrera investigadora en la productividad e impacto de los investigadores españoles. El papel de la ventaja acumulativa

Antonio García-Romero\*

**Resumen:** La carrera investigadora puede tener un efecto relevante sobre las opciones de éxito profesional de los investigadores. Dicho efecto, conocido como ventaja acumulativa, contribuiría a agudizar la desigual distribución de la productividad y el impacto entre los investigadores. Este trabajo se centra en determinar la presencia de ventaja acumulativa en una muestra de 174 investigadores españoles de cuatro áreas de conocimiento (Física, Química, Biología y Bioquímica). Para contrastar el efecto de la carrera investigadora se especifica un modelo multiecuacional que incluye variables sobre la formación pre y posdoctoral así como con los departamentos donde trabajan los investigadores. El modelo incorpora un conjunto de hipótesis basadas en la revisión de la literatura. La estimación se realiza mediante *Path Analysis*. Asimismo, ha sido necesario desarrollar un método de estimación de la calidad de los departamentos en una escala única válida para cualquier país y disciplina. Los principales resultados confirman la presencia de ventaja acumulativa siendo la productividad predoctoral el principal determinante de la productividad de los 10 años posteriores a la obtención del grado de doctor. Finalmente, se observa un sesgo tanto en productividad como en impacto a favor de los hombres.

**Palabras clave:** productividad científica, carrera investigadora, ventaja acumulativa, path analysis.

### *Influence of a research career on the scientific productivity and impact of Spanish researchers: the cumulative advantage role*

**Abstract:** *Careers in research can have a significant effect on the chances of scientists' success. This effect, also known as cumulative advantage, contributes to skewing the unequal distribution of both production and impact among scientists. This paper focuses on determining whether the cumulative advantage is present within a sample of 174 Spanish scientists doing research in four major areas (i.e.: physics, chemistry, biology and biochemistry). In order to determine the impact of their careers in research, we specify a multi-equational model. Among other variables, we include those related with their doctoral training, the postdoctoral period and the quality of the departments where scientists are hired after they finish their post doctoral work. Moreover, the model includes a group of hypotheses gathered from a survey of the literature on this topic. The model is based on the Path Analysis technique. We also have developed a method to determine*

---

\* UPIB. Agencia Laín Entralgo (Comunidad de Madrid) y Departamento Economía (Universidad Carlos III de Madrid).

Correo-e: agr33@salud.madrid.org.

Recibido: 16-11-2009; 2.<sup>a</sup> versión: 02-03-2011; 3.<sup>a</sup> versión: 13-10-2011; aceptado: 18-10-2011

*the quality of academic departments using a single scale suitable for any country and discipline. The main result confirms the existence of cumulative advantage being the predoctoral productivity the main determinant of productivity during the ten years after obtaining the doctor degree. Finally, a bias in productivity and impact in favour of men is observed.*

**Keywords:** *scientific productivity, research career, cumulative advantage, path analysis.*

## **1. Introducción**

La producción científica se distribuye de un modo muy desigual entre los investigadores, lo que concuerda con la también desigual distribución del talento entre los humanos. Sin embargo, la concentración de la producción científica en torno a unos pocos investigadores se agudiza a medida que se avanza en la carrera investigadora. Esto puede deberse a la existencia otros factores que, al margen del talento, contribuyen a hacer más productivos a quienes experimentan una serie de vivencias a lo largo de sus carreras profesionales que les permiten formar parte de las élites que lideran la estructura social de la Ciencia. En este estudio se propone una metodología para identificar en qué medida la carrera investigadora determina tanto la productividad como el impacto de los investigadores en España.

Desde que un licenciado toma la decisión de realizar el doctorado hasta que finaliza su carrera investigadora con su jubilación, tienen lugar numerosos acontecimientos que determinan su probabilidad de éxito (publicar más y en mejores revistas, recibir premios y reconocimientos, etc.). Uno de los primeros pasos en la carrera investigadora es la elección —acertada o no— de un buen programa de doctorado y, una vez dentro de éste, de la posibilidad de tener un director de tesis que tenga proyectos financiados y ofrezca al candidato un tema interesante con datos de calidad. Estos factores también pueden influir sobre la probabilidad de publicar antes de obtener el grado de doctor, así como sobre los siguientes pasos en la carrera investigadora y, por ende, acaba repercutiendo al grado de éxito que sea capaz de alcanzar. En este sentido, algunos estudios han puesto de manifiesto que factores como la calidad del departamento de doctorado, del director de tesis o las publicaciones durante el doctorado tienen una influencia positiva y significativa sobre la probabilidad de realizar estancias posdoctorales en centros de prestigio (Allison y Long, 1990). Estos acontecimientos permiten ir acumulando prestigio, lo que constituye un activo muy importante a la hora de ser contratado en los departamentos de mayor prestigio. Si un investigador ha seguido una trayectoria como la descrita anteriormente, es bastante probable que publique más y lo haga en las revistas de mayor impacto lo que, a su vez, favorece la obtención de financiación así como tener la oportunidad de colaborar con los centros de más alto nivel y, en definitiva, tener una carrera científica exitosa. La otra cara de la moneda viene representada por un investigador que, teniendo el mismo nivel de habilidades, no da los mismos pasos al comienzo de su carrera, lo que posiblemente, le lleve por un camino profesional

en el que el éxito sea menos probable dado que tendrá menos oportunidades de formar parte de las élites científicas.

El principal objetivo este artículo es contribuir a una mejor comprensión del modo en que los diferentes factores que suceden a lo largo de la carrera investigadora contribuyen a alcanzar el éxito, medido en términos de producción científica y del factor de impacto de las revistas en las que se publica. Para realizar este estudio, ha sido preciso resolver el problema metodológico de la determinación de la calidad de los departamentos en una escala única. Se puede considerar que esta es una contribución novedosa del presente trabajo.

El estudio se ha realizado con una muestra de 174 investigadores españoles de cuatro áreas científicas: Física, Química, Biología y Bioquímica. Los datos proceden de los *Curricula Vitae* (CV) de los investigadores empleados en el proyecto de Evaluación del Programa de Becas MEC-Fleming (García-Romero y Moredgo, 1996). Para cada individuo, se dispone de información del periodo de su carrera académica comprendido entre el inicio del doctorado hasta 10 años después de la obtención del grado de doctor. Los modelos se han estimado utilizando técnicas SEM (*Structural Equation Modeling*), concretamente se ha utilizado la técnica de *Path Analysis* para lo que se ha empleado el paquete estadístico EQS. Además de esta, otras contribuciones de este estudio son: (i) la incorporación de la variable que mide la calidad del departamento de estancia posdoctoral y; (ii) la obtención de un indicador de la calidad de los departamentos en la escala utilizada por el Research Assessment Exercise (RAE) en el Reino Unido (Anexo I).

Los resultados parecen confirmar la existencia de ventaja acumulativa. En primer lugar, la calidad del departamento de doctorado tiene un efecto positivo sobre la calidad del departamento de la estancia posdoctoral. En segundo lugar, también existe un efecto positivo de estas dos variables sobre la calidad del departamento donde son contratados los investigadores cuando finalizan su formación. En tercer lugar, las publicaciones realizadas durante la etapa predoctoral junto con la calidad del departamento de doctorado tienen, a su vez, un efecto positivo sobre la producción científica durante los 10 años posteriores a la obtención del grado de doctor, así como sobre el factor de impacto de las revistas donde los investigadores publican en dicho periodo. Por otra parte, se confirma la existencia de sesgo asociado al sexo del investigador dado que los varones publican más y lo hacen en revistas de mayor impacto. A partir de los resultados obtenidos se realizan algunas recomendaciones relacionadas con la mejora de los programas de doctorado.

## 2. Antecedentes

El estudio de los determinantes de la productividad científica ha sido objeto de gran cantidad de estudios en los que se ha tratado de explicar a partir de muy diversos factores (edad, financiación, tamaño del grupo, etc.). No obstante, sólo una pequeña parte de los estudios realizados han tratado de explicar la

productividad científica a partir de la carrera investigadora. Una de las razones que justifican esta relativa escasez de estudios es la ausencia de una definición unívoca de carrera investigadora, lo que dificulta tanto la posibilidad de un abordaje teórico del problema, como la medición de las variables relevantes. Debido a esta deficiencia, se ha considerado oportuno incluir en esta sección una revisión de los trabajos sobre la carrera investigadora tanto desde el punto de vista teórico como empírico. Con ello se espera aportar elementos útiles para abordar estudios sobre la carrera investigadora en el futuro.

## 2.1. Definición y fundamentos teóricos de la carrera investigadora

El Manual de Frascati (OCDE, 2003) puede considerarse una de las referencias fundamentales a la hora de hablar sobre indicadores de I+D. Sin embargo, este manual no incluye referencia alguna a la carrera investigadora. Por su parte, el Manual de Camberra (OCDE, 1995), cuyo objetivo básico es la medición de los recursos humanos en Ciencia y Tecnología, tampoco hace mención explícita a la carrera investigadora, si bien incorpora dos conceptos relativos a la formación de los investigadores como son el *pipeline* (proceso de producción de investigadores) y el *retraining* (aprendizaje continuo de los investigadores). El Manual de Camberra menciona la existencia de algunos puntos clave en el *pipeline*, si bien éste sólo abarca hasta la obtención del grado de doctor. En cuanto al *retraining*, su finalidad es facilitar la comprensión de la carrera investigadora una vez finalizado el doctorado, aunque sólo desde la perspectiva del aprendizaje. En ambos casos, el Manual de Camberra diferencia entre el aprendizaje formal e informal (aquel derivado de su actividad cotidiana) siendo el primero mucho más fácil de medir. En este sentido, el Manual de Camberra adopta el concepto de formación a lo largo de la vida laboral introducido por la UNESCO definido como el proceso continuo de adaptación y actualización al que tienen que hacer frente los científicos (UNESCO, 1989).

Para finalizar con el concepto de carrera investigadora, cabe mencionar el reciente trabajo desarrollado por la RICYT en el proyecto para la elaboración del Manual de Buenos Aires, donde se define de forma explícita la carrera científica como «la secuencia de eventos y roles socialmente definidos que los investigadores viven y desempeñan a lo largo del tiempo en el contexto de grupos de investigación y desarrollo e instituciones académicas y de ciencia, tecnología e innovación, desde su formación universitaria» (RICYT, 2009). Según esta definición, la trayectoria científica incluye aspectos muy diversos. Entre ellos están los relacionados con la formación durante el doctorado, con la etapa posdoctoral así como con aspectos de índole laboral y científico. En el primer grupo, se incluyen las características de los centros donde son contratados los investigadores, el salario que perciben o la categoría profesional que ostentan. Por su parte, los sucesos de índole científica que tendrían influencia son, entre otros, la colaboración, la financiación obtenida o la publicación de resultados.

La comprensión detallada del modo en que la carrera influye sobre la productividad científica, no sólo requiere analizar el efecto que tienen sobre ella numerosos factores, sino que también es necesario disponer de un marco teórico que postule el modo en el que se relacionan los diferentes factores. En este sentido, entre los desarrollos teóricos que tratan de explicar la carrera investigadora, destacan los de Robert K. Merton y sus colegas a partir de la década de los 60 del pasado siglo. Estos estudios contribuyeron en gran medida a desarrollar conceptos clave dentro de la Sociología de la Ciencia como son la ventaja acumulativa (Merton, 1968 y 1988) o el universalismo (Long y Fox, 1995). A partir de estas relevantes contribuciones teóricas, algunos estudios posteriores han podido explicar de qué modo la carrera investigadora contribuye a incrementar las diferencias existentes entre investigadores, tanto en términos de producción científica, como en su impacto. En este contexto, la carrera investigadora se interpreta como una sucesión de acontecimientos los cuales otorgan cada vez más reputación y ventaja a determinados investigadores. Esto es lo que se conoce como ventaja acumulativa.

Dentro de este grupo de estudios se pueden encontrar trabajos que han abordado el efecto que determinadas variables asociadas a la carrera investigadora tienen sobre la producción científica. Tal es el caso del director de tesis (Long y McGinnis, 1985; Hilmer y Hilmer, 2011), la calidad del departamento en el que se realiza el doctorado (Crane, 1965; Long, 1978; Long y otros, 1979 y 1993; Long y McGinnis, 1981; Lee Hansen y Weisbrod, 1978; Allison y otros, 1982; Allison y Long, 1987; Reskin, 1979; Buchmueller y otros, 1999; Su, 2009), o el departamento en el que se trabaja (Allison y Long 1990; Jacobs, 1999). Pese a que se trata de estudios de calidad, todos ellos se basan en muestras de investigadores cuyas carreras se desarrollan en EEUU donde las características del mercado de trabajo académico son sustancialmente diferentes de las que existen en Europa. Lamentablemente, el número de trabajos sobre la carrera investigadora basados en muestras de investigadores europeos es sensiblemente menor. Entre ellos destacan los estudios de García-Romero (2002a) y, más recientemente los estudios de Turner y Mairesse (2007) con físicos franceses, Lissoni y otros (2010) para investigadores en Francia e Italia y Rute-Cardoso y otros (2009) comparando dos muestras de economistas de Estados Unidos y Europa, respectivamente.

Para finalizar esta revisión de trabajos, deben mencionarse aquellos que incluyen la formación posdoctoral como variable explicativa. Pese a que, a priori, parece razonable que la formación posdoctoral sea un hito importante en la carrera de los investigadores, existen relativamente pocos trabajos en los que se haya tenido en cuenta. Durante la estancia posdoctoral tiene lugar buena parte de la integración de los investigadores en los denominados *invisible colleges*, lo que les facilita la captación de fondos, la colaboración con grupos de otros países y publicaciones conjuntas. Entre los trabajos que consideran la estancia posdoctoral como variable dentro de la carrera investigadora destacan los de McGinnis y otros (1982), García Romero (2002b) y, más recientemente, Su (2009).

## **2.2. Contribuciones metodológicas al estudio de la carrera investigadora**

Además de disponer de una definición y un marco teórico que permita establecer las hipótesis de trabajo, es indispensable contar con los indicadores apropiados para cada variable así como los modelos que permitan contrastar dichas hipótesis. En este sentido, se pueden diferenciar tres elementos metodológicos fundamentales para abordar un estudio sobre la carrera investigadora: i) el uso de los CV como fuente de información; ii) la determinación de escalas únicas para la valoración de departamentos de diferentes disciplinas y países, y iii) la modelización adecuada de las relaciones entre las variables dado que algunas desempeñan, al mismo tiempo, el papel de explicativa y explicada.

En cuanto al uso de los CV como fuente de información, los primeros trabajos que adoptaron esta estrategia son los de Dietz y otros (2000) y García-Romero (2002a). Pese a que desafortunadamente los CV no son documentos tan estandarizados como sería deseable, éstos aportan información valiosa sobre la carrera investigadora. Tal es el caso de los directores de tesis, los departamentos por los que ha ido pasando cada investigador, así como la producción científica. Por otra parte, la existencia de bases de datos bibliográficas como el WoS o SCOPUS permiten completar la información ausente en los CV.

En cuanto a la valoración de los departamentos de doctorado y posdoctorado, cada vez resulta más frecuente y deseable que dichas etapas de la carrera investigadora tengan lugar fuera de nuestro país. Sin embargo, desde el punto de vista metodológico, esta situación genera el problema de medir la calidad de los departamentos de distintos países. Este problema no es significativo cuando se analizan trayectorias de investigadores de Estados Unidos donde tanto el doctorado, como la estancia posdoctoral y los posteriores destinos académicos, generalmente tienen lugar sólo en instituciones de aquél país. Por este motivo, para estudiar la carrera investigadora de científicos españoles, es necesario medir en una misma escala, la calidad de los departamentos de diferentes países. No se tiene conocimiento de trabajos que aborden este problema, aunque sí hay estudios que plantean enfoques metodológicos que pueden ser de utilidad para resolverlo. Tal es el caso de Ehrenberg y Hurst (1995), donde se propone el uso de modelos hedónicos para estimar la valoración de la calidad de programas de doctorado en Estados Unidos. Los autores estiman modelos para distintas disciplinas a partir de variables observables de cada departamento (programa de doctorado). Esta estrategia constituye el principal elemento del enfoque planteado por García Romero (2002c) y se presenta en el Anexo I del presente artículo.

Para finalizar, en cuanto a la especificación de un modelo que contemple todas las hipótesis implicadas a lo largo de la carrera investigadora, cabe señalar que dependerá de la cantidad y calidad de información disponible. Por esta razón, algunos trabajos sólo pueden abordar un análisis bivariante que no permite

ir más allá de probar correlación o asociación entre pares de variables (Crane, 1965).

En un segundo nivel, se encuentra un grupo de estudios en los que se utilizan modelos multivariantes (p.e.: regresión lineal, regresión binomial, etc.). Entre estos trabajos destacan Turner y Mairesse (2007), Rute-Cardoso y otros (2009) y Su (2009).

Por último, el enfoque metodológico que permite estimar todos los efectos de modo simultáneo (multiecuacional o estructural) es posiblemente, el más adecuado para realizar el estudio de la carrera investigadora. Los trabajos más destacados basados en este planteamiento son los siguientes. En primer lugar, Cole y Cole (1973), empleando técnicas de *Path Analysis*, estudian el proceso de adquisición de la 'eminencia científica' definida como reputación en el departamento y visibilidad. Para ello, usan las publicaciones realizadas en el período predoctoral, las citas que éstas reciben y la calidad del departamento de doctorado como variables explicativas del prestigio profesional ulterior. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de la reputación del departamento donde se ha realizado el doctorado sobre la productividad, si bien, dicho efecto es mayor sobre la actividad a largo plazo que sobre la inmediatamente posterior a la obtención del doctorado o sobre las citas que reciben los autores. Otros trabajos analizan la actividad científica de los psicólogos. En el primero de ellos (Chubin, 1981) se emplea la regresión para predecir las publicaciones a partir de las siguientes variables: i) calidad del departamento de doctorado; ii) realización de estancia posdoctoral; iii) prestigio del director de tesis, y iv) número de publicaciones antes de la lectura de la tesis así como el número de publicaciones derivadas de ésta. El resultado de este estudio fue que el único determinante de las publicaciones de un investigador a lo largo de su carrera, es el número de citas que reciben las publicaciones previas a la tesis. Con un enfoque muy diferente, los trabajos realizados por Helmreich y otros (1980) y Helmreich y Spence (1982) consideran como variables explicativas de la carrera investigadora el sexo y la motivación de los investigadores. Los resultados muestran que los varones son quienes realizan el doctorado en departamentos de mayor reputación, trabajan en departamentos de mayor prestigio, publican más artículos y reciben más citas. En cuanto a la motivación, como cabe esperar, incide positivamente sobre los resultados. Por último, los trabajos de Rodgers y Maranto (1989) y Maranto y Streuly (1994), son quizá los más completos tanto por la metodología empleada, como por el fundamento teórico en el que basan sus modelos. En el primero de ellos, los autores plantean el estudio de la productividad de una muestra de psicólogos norteamericanos desde una perspectiva multidisciplinar ya que consideran el problema empleando teorías de tipo económico (Capital Humano y Señalamiento); enfoques procedentes de la Sociología (Universalismo y Ventaja Acumulativa); y, también resultados procedentes de la Psicología (Conocimiento del Trabajo y modelo Helmreich). La principal novedad que aporta este estudio es la incorporación de la habilidad de los individuos como variable explicativa, lo cual permite eliminar los sesgos de diferencia individual (Cohn, 1994) tan co-

munes en este tipo de estudios. Por su parte, Maranto y Streuly (1994) comparan la Teoría del Capital Humano con la de Ventaja Acumulativa para explicar la producción científica de investigadores en contabilidad. La principal aportación de este trabajo consiste en el empleo de dos variables latentes, por lo que los modelos que se proponen son más sofisticados. En el caso español, el trabajo de García Romero (2002a) puede considerarse el primer estudio de carrera investigadora que empleó esta metodología para una muestra de investigadores de nuestro país.

Pese a las diferentes metodologías e indicadores empleados, así como a tratarse de muestras de investigadores de distintos países y disciplinas, la revisión de la literatura considerada en los párrafos anteriores permite extraer algunas conclusiones. En primer lugar, parece existir evidencia en cuanto al papel de la formación de los investigadores. En este sentido, las variables como la calidad de los departamentos de doctorado y posdoctorado, así como la producción científica durante el doctorado o el prestigio del director de tesis, tienen un peso importante a la hora de determinar el éxito ulterior en la carrera investigadora. Estos resultados avalan la presencia de ventaja acumulativa, es decir, que los diferentes acontecimientos que van teniendo lugar a lo largo de la carrera de los investigadores aumentan la ventaja de éstos respecto a quienes no siguen la misma trayectoria.

### **3. Modelo causal de la carrera investigadora**

A la vista de lo expuesto en el apartado anterior, los sucesos que acontecen a lo largo de la carrera investigadora pueden afectar de diversas formas tanto a la productividad como al impacto. Por este motivo, un modelo causal de carrera investigadora debe responder cuestiones como las que se plantean a continuación.

- i) ¿Existe alguna relación entre la calidad de la formación doctoral y la posdoctoral?, ¿y sobre el departamento en el que trabajan los investigadores?
- ii) ¿Qué efecto tienen los diferentes departamentos y centros por los que transcurre la carrera de los investigadores sobre su producción científica? ¿y sobre el impacto de sus publicaciones?
- iii) ¿Es posible asociar la producción científica previa al doctorado con la producción científica posterior?
- iv) ¿Existe evidencia de asociación entre el sexo del investigador y la producción científica de éste?

Tras estas cuestiones subyacen una serie de hipótesis que pueden extraerse de la revisión de la literatura desarrollada en el apartado anterior. En particular, algunas hipótesis proceden de teorías como el Universalismo, la Ventaja Acumu-

lativa, la Teoría de conocimiento del Trabajo o la del Teoría del Capital Humano. Por su parte, otras hipótesis están basadas en la evidencia empírica previa (Helmreich y Spence, 1982). Las hipótesis que se plantean en este artículo son las siguientes.

**Hipótesis I.a.** *Los individuos con mayor nivel de habilidades (HAB), realizan el doctorado en departamentos de mayor prestigio (CDOC).*

**Hipótesis I.b.** *A partir de Helmreich y Spence (1982), se plantea la existencia de discriminación en favor de los hombres a la hora de realizar el doctorado en departamentos de mayor prestigio. Las hipótesis I.a y I.b. se contemplan en la ecuación [1].*

**Hipótesis II.** *La ventaja acumulativa está presente a lo largo de la carrera de un investigador dando lugar los siguientes efectos: i) la calidad del departamento de doctorado (CDOC) tiene un efecto positivo sobre la publicación de artículos durante la etapa predoctoral (PREPUB); ii) las variables CDOC y PREPUB tienen un efecto positivo sobre el prestigio del departamento de la estancia posdoctoral (CPOST), y iii) las variables CDOC, PREPUB y CPOST, tienen un efecto positivo sobre el prestigio del primer departamento donde es contratado el investigador tras finalizar la estancia posdoctoral (CPT). Estas hipótesis se plantean en las ecuaciones [2], [3] y [4].*

**Hipótesis III.a.** *La productividad científica durante los 10 años siguientes a la finalización del doctorado (PUB) es mayor para aquellos individuos que: i) publicaron más artículos durante la etapa predoctoral (PREPUB); ii) se doctoraron en departamentos de mayor prestigio (CDOC); iii) realizaron su estancia posdoctoral en departamentos de mayor prestigio (CPOST); iv) fueron contratados en los departamentos de mayor prestigio (CPT), y v) son hombres (SEXO). Estas hipótesis se plantean mediante la ecuación [5].*

**Hipótesis III.b.** *El impacto medio de las publicaciones realizadas durante los 10 años siguientes a la finalización del doctorado (FID) tiene una relación positiva similar a la hipótesis II.a con las variables PREPUB, CDOC, CPOST, CPT y SEXO. Asimismo, se plantea la hipótesis de que quienes tienen una mayor productividad científica durante los 10 años siguientes a la finalización del doctorado (PUB) también tienen un mayor impacto (FID). Estas hipótesis se plantean mediante la ecuación [6].*

Las hipótesis anteriores se formulan en las seis ecuaciones que permiten contrastar la veracidad de cada una de ellas. Las ecuaciones que comprende el modelo son las siguientes:

$$[1] \text{ CDOC} = \beta_1 \text{HAB} + \beta_{s1} \text{SEXO} + \varepsilon_1$$

$$[2] \text{ PREPUB} = \beta_2 \text{CDOC} + \beta_{s2} \text{SEXO} + \varepsilon_2$$

$$[3] \text{ CPOST} = \beta_3 \text{CDOC} + \beta_4 \text{PREPUB} + \beta_{14} \text{CPOST} + \beta_{s3} \text{SEXO} + \varepsilon_3$$

$$[4] \text{ CPT} = \beta_5 \text{CDOC} + \beta_6 \text{PREPUB} + \beta_7 \text{CPOST} + \beta_{s4} \text{SEXO} + \varepsilon_4$$

$$[5] \text{ PUB} = \beta_8 \text{CDOC} + \beta_9 \text{PREPUB} + \beta_{10} \text{CPOST} + \beta_{11} \text{CPT} + \beta_{s5} \text{SEXO} + \varepsilon_5$$

$$[6] \text{ FID} = \beta_{12} \text{CDOC} + \beta_{13} \text{PREPUB} + \beta_{14} \text{CPOST} + \beta_{15} \text{CPT} + \beta_{16} \text{PUB} + \beta_{s6} \text{SEXO} + \varepsilon_6$$

Dado que existen variables que desempeñan simultáneamente los roles de variable dependiente e independiente, se requiere un modelo estructural, es decir, que estime de forma simultánea todos los parámetros de las seis ecuaciones. Una vez estimado el modelo, aquellos parámetros que son significativos (distintos de 0), indican que la hipótesis asociada se cumple. Por el contrario, los parámetros que deben considerarse nulos indicarán que la hipótesis asociada no se cumple para la muestra considerada en este estudio. Por último, dado que algunas las variables son medidas de un mismo individuo a lo largo del tiempo (p. ej.: *PREPUB* y *PUB*), los parámetros que resulten significativos permiten hacer inferencia causal.

#### 4. Datos y metodología

##### 4.1. Datos

Los datos empleados en este estudio proceden del listado de solicitantes de becas posdoctorales del Ministerio de Educación y Ciencia durante el periodo 1985-1992. El listado original se depuró para eliminar casos repetidos asociados con la existencia de solicitudes de los mismos individuos presentadas a distintos programas y/o convocatorias. El criterio de inclusión de los registros fue considerar el registro de concesión de la beca para quienes recibieron la ayuda y el último registro cronológico para quienes nunca recibieron beca para realizar una estancia posdoctoral en el extranjero.

En primer lugar, se seleccionó una muestra aleatoria 419 investigadores de todas las áreas de conocimiento. A continuación, se les envió un cuestionario y se les pidió una versión actualizada de sus CV. Al finalizar el trabajo de campo se recibieron un total de 269 respuestas de las que 228 adjuntaron sus CV (tabla I). Finalmente, se consideraron sólo 174 casos que se correspondían con investigadores en Ciencias Experimentales. Los investigadores en disciplinas de Ciencias Sociales se excluyeron debido a las diferencias existentes con las disciplinas expe-

**TABLA I**  
*Población y muestra del estudio*

	<b>N</b>	<b>Error<sup>(1)</sup></b>
Población	1.679	
Cuestionarios enviados	419	
Respuestas	269	
Respuestas con CV	228	
Casos utilizados	174	± 2%

<sup>(1)</sup> Error estimado sobre proporciones del total con  $p = q = 0,5$  y 95% de significación.

rimentales en cuanto a producción científica se refiere. No obstante, la muestra seleccionada presenta un problema de heterogeneidad dado que los 174 investigadores que la componen desarrollan su actividad en varias disciplinas (tabla II). Esta heterogeneidad podría ser un problema a la hora de considerar indicadores bibliométricos como el número de artículos o los factores de impacto que, como es sabido, dependen de cada disciplina. Por ello, fue necesario estandarizar dichos indicadores bibliométricos para cada una de las cuatro áreas de conocimiento, que son Física, Química, Bioquímica y Biología (ver tabla III).

**TABLA II**  
*Distribución por disciplinas*

Disciplina	N	%	% acum.
Biología	51	29,3	29,3
Química	50	28,7	58,0
Bioquímica	40	23,0	81,0
Física	33	19,0	100,0
Total	174	100,0	

Por otra parte, debido al diferente grado de completitud y actualización de la información recogida en los CV, no se disponía de la misma información para todos los individuos. Por ello, fue necesario utilizar otras fuentes de información con el fin de completar y/o actualizar la información individual. Para ello se empleó el SCI (versión CD-ROM) para completar los datos sobre producción científica, y el JCR para calcular los FI medios de cada individuo. Finalmente, algunos CV no contenían información completa sobre la trayectoria profesional por lo que se procedió a utilizar buscadores de Internet (fundamentalmente *Altavista* y *Yahoo*) y software específico de recopilación de información (*I-Harvest*), para completar las trayectorias profesionales. En particular, se recavaron datos sobre los departamentos en los que fueron contratados una vez terminaron su doctorado. Esta mejora permitió la elaboración de una base de datos que contenía información homogénea tanto en el periodo como en los indicadores para los 174 individuos de la muestra.

#### 4.2. Variables

Las variables empleadas en este estudio se definen en la tabla III y los principales estadísticos descriptivos se recogen en la tabla IV. El estudio está planteado para determinar el efecto que tienen diferentes factores relacionados con la carrera investigadora sobre la producción científica en los 10 años tras la obtención del grado de Doctor (*PUB*), así como el Factor de Impacto medio de dichas publicaciones (*FID*). Las variables de cada individuo que se utilizan para

modelizar la carrera investigadora son: i) sexo del investigador (*SEXO*); ii) calidad del departamento de doctorado (*CDOC*); iii) publicaciones realizadas antes de obtener el grado de doctor (*PREPUB*); iv) calidad del departamento de estancia posdoctoral (*CPOST*), y v) calidad del departamento donde se obtiene el primer trabajo (*CPT*). Como se ha mencionado antes, la muestra incluye individuos de disciplinas diferentes por lo que tanto FID como PUB han sido estandarizadas (ver tabla III). Por su parte, *PREPUB* no se normaliza dado que no existen diferencias significativas entre las cuatro disciplinas.

**TABLA III**  
*Definición de las variables empleadas en el estudio*

Variable	Descripción	Tipo	Fuente
<i>SEXO</i>	Sexo del investigador.	Binaria (0: mujer, 1: hombre)	CV
<i>HAB</i>	Proporción de estudiantes que abandonan la Universidad de licenciatura del individuo sin graduarse. Se trata de una proxy que indica calidad de la universidad de licenciatura.	Intervalo	CV y CRUE
<i>CDOC</i>	Calidad departamento de doctorado en escala RAE <sup>(i)</sup> .	Intervalo <sup>(ii)</sup> (1-7)	www.rae.ac.uk
<i>PREPUB</i>	Productividad predoctoral (nº artículos ISI) estandarizada por disciplina científica <sup>(i)</sup> .	Intervalo	SCI y CV
<i>CPOST</i>	Calidad del departamento de estancia postdoctoral en escala RAE <sup>(ii)</sup> .	Intervalo <sup>(ii)</sup> (1-7)	www.rae.ac.uk
<i>CPT</i>	Calidad del departamento del primer trabajo tras etapa postdoctoral en escala RAE.	Intervalo <sup>(ii)</sup> (1-7)	www.rae.ac.uk
<i>PUB</i>	Productividad durante los 10 años posteriores al doctorado estandarizada por disciplina científica del mismo modo que <i>PREPUB</i> .	Intervalo	CV y SCI
<i>FID</i>	Factor de impacto medio relativo de la producción científica posterior al doctorado <sup>(iii)</sup> .	Intervalo	CV y JCR

<sup>(i)</sup>  $PREPUB_i = \frac{SCI_i - \overline{SCI}_j}{S_j}$  donde  $i$  representa el individuo y  $j$  la disciplina científica.  $SCI_i$  es el número de artículos publicados en revistas indexadas en *SCI* en el período predoctoral por el individuo  $i$ ,  $SCI_j$  representa el promedio de artículos de este tipo publicados por todos los miembros de la muestra que investigan en la misma disciplina. Finalmente,  $S_j$  es la desviación típica de la variable *SCI* para todos los miembros de la disciplina  $j$ .

<sup>(ii)</sup> Para los centros del Reino Unido se tomaron las valoraciones reales (www.rae.ac.uk). Para los departamentos de otros países se estimaron mediante un modelo hedónico a partir de las publicaciones de cada departamento en el año en el que se realizó la estancia. El número de publicaciones se obtuvo de la base de datos *SCI* haciendo una búsqueda por centro (departamento) y año.

<sup>(iii)</sup> El FI de cada revista se ha dividido por el FI medio de las 10 primeras revistas de su categoría en la que se encuentra clasificada según el JCR de 1998 (Schwartz y López-Hellín, 1996).

Uno de los retos más importantes de este estudio, ha sido disponer de una metodología que permitiese estimar la calidad de los diferentes departamentos por los que han ido pasando los investigadores empleando una única escala. Sólo de este modo es posible considerar todos los individuos en modelo conjunto que abarque las distintas fases de la carrera investigadora. Por ejemplo, es necesario poder tener en la misma escala la calidad de los departamentos de doctorado (*CDOC*), estancia posdoctoral (*CPOST*) y primer trabajo (*CPT*) independientemente del país en el que estuviesen ubicados (anexo D).

**TABLA IV**  
*Estadísticos descriptivos de las variables*

Variable	Estadístico			
	Media	DT	Asimetría	Curtosis
<i>SEXO</i>	0,63	0,48	-0,55	-1,714
<i>HAB</i>	10,98	2,68	-0,45	0,45
<i>CDOC</i>	4,48	1,08	-0,33	0,23
<i>PREPUB</i>	0,00	0,99	-1,23	2,65
<i>CPOST</i>	5,28	1,37	-2,35	3,56
<i>CPT</i>	4,19	1,52	-0,53	0,20
<i>PUB</i>	-0,03	1,01	-0,71	0,05
<i>FID</i>	0,50	0,56	2,45	6,18

**TABLA V**  
*Matriz de correlaciones entre variables*

	<i>SEXO</i>	<i>HAB</i>	<i>CDOC</i>	<i>PREPUB</i>	<i>CPOST</i>	<i>CPT</i>	<i>PUB</i>	<i>FID</i>
<i>SEXO</i>								
<i>HAB</i>	-0,004							
<i>CDOC</i>	0,010	0,228						
<i>PREPUB</i>	0,167	0,114	0,137					
<i>CPOST</i>	0,100	-0,004	0,316	0,172				
<i>CPT</i>	-0,103	0,009	0,527	0,138	0,225			
<i>PUB</i>	0,211	0,041	0,101	0,548	0,126	0,157		
<i>FID</i>	0,193	-0,048	0,206	-0,011	0,268	-0,050	-0,021	

En relación con el análisis descriptivo (tabla IV), es necesario mencionar que tanto *PREPUB* como *PUB*, al tratarse de valores estandarizados se obtienen valo-

res medios iguales o inferiores a 0. En cuanto a las correlaciones, los valores presentados en la tabla V, ponen de manifiesto que las mujeres publican menos (*PREPUB* y *PUB*) y lo hacen en revistas con menor impacto (*FID*). Sin embargo, el coeficiente de correlación con *CPT* es negativo, lo que indica que los departamentos que contratan a las investigadoras son de mayor prestigio que los departamentos donde son contratados los hombres. En cuanto a la calidad del departamento de doctorado, se aprecia una relación positiva con la producción predoctoral y la calidad del departamento de estancia posdoctoral y del primer trabajo, posiblemente debido a que en muchos casos coincide con el departamento de doctorado.

#### **4.3. Limitaciones de los datos**

La base de datos presenta dos limitaciones importantes que son la antigüedad y la heterogeneidad dado que incluye investigadores de varias disciplinas. En relación con la antigüedad de los datos, hubiera sido deseable actualizar la información de los individuos de la muestra con el fin de ampliar el periodo de estudio a 20 años tras su doctorado en lugar de hacerlo a 10 años. Sin embargo, esto no ha sido posible debido al compromiso de confidencialidad adquirido con los participantes en el estudio. Por otra parte, la extensión del periodo de estudio a 20 años después del doctorado, quizás hubiera aumentado la heterogeneidad de la muestra al ponerse de manifiesto las diferencias en producción científica e impacto que existen entre especialidades diferentes dentro de una misma disciplina. Para evitar este problema, hubiese sido necesaria una muestra mayor. Por su parte, en cuanto a la heterogeneidad de la muestra, se trata de una limitación importante que futuros estudios deberían solventar mediante la utilización de muestras más grandes o específicas para cada disciplina. Estas limitaciones tienen implicaciones sobre los resultados y conclusiones del estudio que se considerarán en los apartados correspondientes.

#### **4.4. Estimación del modelo**

Las hipótesis planteadas en la sección 3 se incorporaron en un modelo multiecuacional cuyos parámetros se estimaron mediante la técnica conocida como *Path Analysis* (Kline, 1998) por máxima verosimilitud mediante el paquete estadístico EQS 2.1 (Bentler, 1995). La elección de la técnica está justificada porque permite estimar simultáneamente todos los coeficientes de un modelo multiecuacional como el planteado en este trabajo. La valoración de la bondad del ajuste del modelo se hizo mediante nueve estadísticos, siguiendo las recomendaciones propuestas por Kline (1998). La definición de los estadísticos así como sus criterios de interpretación se presentan en la tabla VII.

## 5. Resultados

Los valores de los parámetros estimados así como su significación se recogen en la tabla VI y la figura 1. En ambos se presentan los valores de los parámetros  $\beta$  estandarizados. Esto significa que cuantifican el efecto en términos de desviaciones estándar. Así, por ejemplo, el efecto  $CDOC \rightarrow CPOST$  es 0,324 lo que significa que si se incrementa en una desviación estándar la variable  $CDOC$ , el efecto observado sobre la variable  $CPOST$  será de 0,324 desviaciones estándar. Además, para cada hipótesis o efecto causal considerado, se presenta el correspondiente valor del estadístico  $t$  de Student con su  $p$ -valor que indican la significación del parámetro  $\beta$ .

**TABLA VI**  
*Coefficientes estimados*

Efecto	$\beta$	$t$
$HAB \rightarrow CDOC$	0,228**	3,09
$SEXO \rightarrow CDOC$	0,010	0,130
$CDOC \rightarrow PREPUB$	0,137*	1,82
$SEXO \rightarrow PREPUB$	0,118	1,65
$PREPUB \rightarrow CPOST$	0,132*	1,83
$CDOC \rightarrow CPOST$	0,324**	4,39
$SEXO \rightarrow CPOST$	0,097	1,35
$CDOC \rightarrow CPT$	0,504***	7,48
$CPOST \rightarrow CPT$	0,221**	3,04
$PREPUB \rightarrow CPT$	0,060	0,920
$SEXO \rightarrow CPT$	-0,116*	-1,80
$CDOC \rightarrow PUB$	-0,014	-0,180
$PREPUB \rightarrow PUB$	0,535***	8,35
$CPT \rightarrow PUB$	0,157**	2,09
$CPOST \rightarrow PUB$	0,170	0,250
$SEXO \rightarrow PUB$	0,230**	3,13
$CDOC \rightarrow FID$	0,247**	2,90
$PREPUB \rightarrow FID$	-0,011	0,140
$CPT \rightarrow FID$	-0,210**	2,49
$CPOST \rightarrow FID$	0,225**	3,03
$PUB \rightarrow FID$	-0,031	-0,43
$SEXO \rightarrow FID$	0,152**	2,09

\*  $p < 0,1$ ; \*\*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

TABLA VII

## Estadísticos de ajuste del modelo y criterios para su interpretación

Estadístico	Valor	Descripción y criterio de interpretación
$X^2(df)$	21,177 (16)	$\frac{X^2}{df} \leq 3$
<i>NFI</i>	0,898	Índice de Bentler normalizado. Valores próximos a 1 indican mejor ajuste.
<i>NNFI</i>	0,950	Índice de Bentler no normalizado. Valores más altos indican mejor ajuste.
<i>CFI</i>	0,971	Índice de ajuste comparativo. Valores próximos a 1 indican mejor ajuste.
<i>GFI</i>	0,971	Índice de bondad del ajuste. Valores próximos a 1 indican mejor ajuste. Depende de la complejidad del modelo.
<i>AGFI</i>	0,934	Índice de bondad del ajuste corregido. Valores próximos a 1 indican mejor ajuste. Es independiente de la complejidad del modelo.
<i>RMSEA</i>	0,044	Suma cuadrados de los residuos. El modelo es tanto mejor cuanto más próximo a 0 sea su valor.
<i>AIC</i>	-10,823	Criterio informacional de Akaike. Permite comparar modelos independientemente de que sean anidados o no. El mejor modelo es el de menor <i>AIC</i> .
<i>CAIC</i>	-77,386	Criterio informacional de Akaike-Bozgodan. Similar al <i>AIC</i> pero corregido por la complejidad del modelo. El mejor modelo es el de menor <i>CAIC</i> .

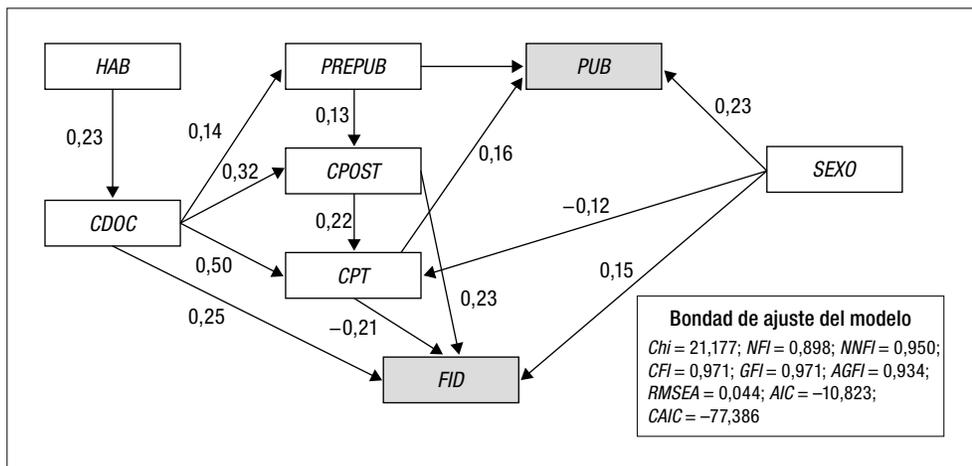
Los estadísticos de ajuste del modelo ponen de manifiesto que la especificación ha sido correcta y que el modelo explica adecuadamente la relación estructural existente entre las variables.

En cuanto a la interpretación de parámetros, en primer lugar, parece confirmarse la existencia de ventaja acumulativa. En efecto, los investigadores con mayor nivel de habilidades son admitidos en programas de doctorado de mayor calidad ( $HAB \rightarrow CDOC = 0,228$ ). Por otra parte, la calidad del departamento de doctorado tiene un efecto positivo sobre la calidad del departamento donde se realiza la estancia posdoctoral ( $CDOC \rightarrow CPOST = 0,324$ ). Por último, la calidad del departamento de doctorado incide de forma positiva en la calidad del departamento del primer trabajo ( $CDOC \rightarrow CPT = 0,504$ ). No obstante, el alto valor de este parámetro puede deberse en parte a la endogamia, ya que en muchos casos los departamentos de doctorado y primer trabajo son el mismo.

A la vista del modelo estimado, puede concluirse también cuáles son los principales determinantes de la productividad científica de los investigadores en los 10 años posteriores a la obtención del doctorado (*PUB*). En este sentido, uno de los más importantes es la productividad predoctoral ( $PREPUB \rightarrow PUB = 0,535$ )

FIGURA 1

*Coefficientes del modelo estructural de carrera investigadora*



que probablemente incorpora una variable que no se ha incluido como es el prestigio del director de tesis. En segundo lugar, existe un sesgo asociado al sexo de los investigadores, ya que los hombres tienen una productividad mayor ( $SEXO \rightarrow PUB = 0,230$ ).

Respecto a la dimensión cualitativa de la producción científica ( $FID$ ), los resultados presentados en la tabla VI sugieren los siguientes efectos. En primer lugar, la calidad tanto del departamento de doctorado como de la estancia posdoctoral tienen un efecto positivo sobre el impacto de las revistas en las que publican los investigadores ( $CDOC \rightarrow FID = 0,247$  y  $CPOST \rightarrow FID = 0,225$ ). Este último efecto podría explicarse de dos formas alternativas. Por un lado, los departamentos de mayor calidad desarrollan investigación de mayor impacto. Por otro lado, la estancia en departamentos prestigiosos es una oportunidad para que los investigadores puedan integrarse en las élites científicas (*Invisible Colleges*), lo que aumenta las posibilidades de publicar en las mejores revistas de cada campo (Garvey, 1971). En este caso, es probable que los dos efectos descritos anteriormente coexistan aunque sería interesante identificar el peso de cada uno de ellos, así como ver si existen diferencias entre campos científicos.

En segundo lugar, existe un efecto negativo de la calidad del departamento del primer trabajo sobre el  $FID$  ( $CPT \rightarrow FID = -0,210$ ), lo que contradice la hipótesis. Una posible explicación puede ser que en los años que abarca el periodo del estudio, en España se crearon varias universidades que contrataron a jóvenes investigadores recién formados. Según los datos recavados a partir de los CV, se observa un patrón de comportamiento que revela que buena parte de los investigadores optaron por trabajar en estas nuevas universidades con condiciones de trabajo más favorables (Profesores Titulares) que las que hubiesen tenido en sus

universidades de origen cuyas plantillas estaban más consolidadas. Asimismo, este comportamiento fue adoptado mayoritariamente por hombres mientras que las mujeres parecieron decantarse por volver a sus universidades de origen y, por tanto, a departamentos de mayor prestigio. Esta puede ser también la razón por la que el coeficiente  $SEXO \rightarrow CPT$  es negativo. El comportamiento que se acaba de describir se asemeja al que se denomina como intercambio de rango por prestigio (Long, 1978 y 1979). Según este comportamiento, los investigadores con mejores habilidades preferían trabajar en departamentos de menor prestigio a cambio de mejorar su categoría profesional.

Para finalizar, al igual que ocurre con la productividad, parece existir un sesgo a favor de los hombres quienes parecen publicar en revistas de mayor impacto ( $SEXO \rightarrow FID = 0,152$ ).

## **6. Conclusiones y recomendaciones**

La productividad científica presenta una distribución muy desigual entre los investigadores tanto en número de artículos como en citas. Esta situación puede explicarse parcialmente por las diferencias individuales en habilidades, pero existen otras causas que agudizan la desigualdad. Por ejemplo, algunos procesos sociológicos como la Ventaja Acumulativa pueden contribuir a aumentar la desigualdad existente entre los investigadores en relación con su productividad o con las citas que reciben.

En este estudio se exploran los procesos que controlan la productividad científica usando hipótesis que proceden de diferentes disciplinas. Los resultados parecen confirmar la presencia de ventaja acumulativa en la muestra analizada. Asimismo, la productividad predoctoral parece ser el mejor predictor de la productividad durante los 10 años posteriores al doctorado. También se observa que la calidad del departamento de doctorado es un factor importante para mejorar la productividad predoctoral. Estos resultados sugieren algunas recomendaciones políticas relacionadas con la mejora de los programas de doctorado como estrategia para aumentar tanto la cantidad como la calidad de los artículos. Otros resultados de interés son los relativos a la formación posdoctoral y las diferencias asociadas al sexo del investigador. En relación con la primera, se ha observado que la calidad de la formación posdoctoral es un determinante clave de la calidad de las publicaciones ulteriores, que también dependen de la calidad del departamento de doctorado. En segundo lugar, existen sesgos asociados al sexo tanto en número de publicaciones como en el factor de impacto. No obstante, se observa que las mujeres acceden a los mismos programas de doctorado, realizan estancias posdoctorales de calidad similar a los hombres e incluso son contratadas por departamentos de mayor nivel cuando finalizan la etapa posdoctoral. No obstante, estos resultados deben ser interpretados con cautela debido al pequeño tamaño muestral así como la heterogeneidad disciplinar de la muestra.

Una de las principales contribuciones de este estudio es la inclusión de la formación postdoctoral, como variable explicativa y explicada, en el modelo de la carrera investigadora. Para ello, ha sido preciso desarrollar una metodología basada en modelos hedónicos que permite estimar la calidad de cualquier departamento en la escala empleada en el *Research Assessment Exercise* (RAE) del Reino Unido (García-Romero, 2002b).

El modelo que resulta de incorporar los parámetros significativos y la formación posdoctoral ajusta los datos de modo bastante satisfactorio. No obstante, es preciso reconocer que no se han incluido algunas variables que podrían ser relevantes como es el caso de la financiación recibida por los investigadores a lo largo de su carrera. A partir de los resultados obtenidos se sugieren las siguientes recomendaciones políticas:

- i) Mejorar la formación predoctoral puede generar un efecto positivo sobre varias variables contribuyendo a mejorar la productividad científica tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Un modo de mejorar la calidad de los programas de doctorado es mediante un sistema de acreditación de los Departamentos que sea indispensable para poder formar nuevos investigadores dado que no todos los departamentos son capaces de formar buenos investigadores.
- ii) Mejorar la formación posdoctoral de los investigadores. Esto puede hacerse exigiendo una estancia posdoctoral en centros de prestigio internacional como requisito indispensable para ser contratado en algún departamento o centro de investigación español.
- iii) Creación de un mercado de trabajo académico a nivel nacional y europeo. Para ello, puede ser de utilidad realizar una evaluación sistemática de todos los departamentos y centros de investigación similar al RAE desarrollado en el Reino Unido. Esta medida podría facilitar una asignación de recursos más eficiente entre los departamentos de toda Europa. Asimismo, los resultados servirían a modo de señal para atraer a los mejores graduados a los centros de excelencia.

En cuanto a posibles mejoras de este estudio y nuevas líneas de investigación se pueden considerar las siguientes: i) desarrollar indicadores más fiables para la habilidad, que permitan explorar sus efectos de un modo más preciso; ii) aumentar el tamaño muestral con objeto de poder hacer comparaciones entre campos científicos, países, regiones, etc.; iii) incluir variables relevantes que han sido omitidas por falta de información tales como la financiación recibida, el director de tesis, etc.; iv) aumentar el periodo de estudio, con objeto de poder realizar estudios de cohortes que permitan conocer la dinámica del proceso de productividad científica; v) usar modelos estadísticos basados en variables latentes en lugar de variables observadas.

## 7. Agradecimientos

Este trabajo se ha hecho gracias a la APC-93-097 financiada por la DGYCYT del MEC. Asimismo, el autor desea agradecer a los profesores Juan J. Dolado y Aurelia M. Modrego por su asesoramiento en el desarrollo de esta investigación.

## 8. Bibliografía

- Allison, P. D.; Long, J. S., y Krauze, T. K. (1982). Cumulative advantage and inequality in Science. *American Sociological Review*, vol. 47, 615-25.
- Allison, P. D., y Long, J. S. (1987). Interuniversity mobility of academic scientists. *American Sociological Review*, vol. 52, 643-52.
- Allison, P. D., y Long, J. S. (1990). Departmental effects on scientific productivity. *American Sociological Review*, vol. 55, 469-78.
- Bentler, P. M. (1995). *EQS Structural Equations Program Manual*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- Buchmueller, T. C.; Dominitz, J., y Lee Hansen, W. (1999). Graduate training and the early career productivity of Ph.D economists. *Economics of Education Review*, vol. 14, 65-77.
- Chubin, D. E.; Porter, A. L., y Boeckmann, M. E. (1981). Career patterns of scientists: A case for complementary data. *American Sociological Review*, vol. 46, 488-98.
- Cole, J., y Cole, S. (1973). *Social stratification in science*. Chicago: U. of Chicago Press.
- Cohn, E., y Geske, T. G. (1990). *The Economics of Education*. New York: Pergamon Press.
- Crane, D. (1965). Scientists at major and minor universities: a study of productivity and recognition. *American Sociological Review*, vol. 30, 699-714.
- Dietz, J. S.; Chompalov, I.; Bozeman, B.; O'Neil, E., y Park, J. (2000). Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: An exploratory assessment. *Scientometrics*, vol. 49 (3), 419-442.
- Ehrenberg, R. G., y Hurst, P. J. (1996). *Change*, vol. 28 (3) 46-54.
- García-Romero, A.; Modrego, A. (1996). Evaluación del Programa de becas postdoctorales MEC-Fleming. Instituto Flores de Lemus. Universidad Carlos III de Madrid.
- García-Romero, A. (2002a). Scientific Productivity in the Context of Cumulative Advantage. NPRNet Conference. SPRU-University of Sussex, Brighton, Reino Unido. Disponible en: <http://bit.ly/uTMSxz> [22/11/2011].
- García-Romero, A. (2002b). La productividad científica y la carrera profesional de los investigadores. Tesis doctoral (Cap. IV). Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: <http://hdP.handle.net/10486/1693> [22/11/2011].
- García-Romero, A. (2002c). La relación entre calidad y producción científica de un departamento. Tesis Doctoral (Cap. III). Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: <http://hdP.handle.net/10486/1693> [22/11/2011].
- Garvey, W. D., y Griffith, B. C. (1971). Scientific communication: its role in the conduct of research and creation of knowledge. *American psychologist*, vol. 26, 349-62.
- Helmreich, R. L., y Spence, J. T. (1982). Gender differences in productivity and impact. *American Psychologist*, vol. 36, 1142.

- Helmreich, R. L.; Spence, J. T.; Beane, W. E.; Lucker G. W., y Mathews, K. A. (1980). Making it in academic Psychology: demographic and personality correlates of attainment. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 39, 869-908.
- Hilmer, M. J., y Hilmer, C. E. (2007). Dissertation advisors and initial job placements for economics PhD recipients. *Applied Economics Letters*, vol. 14 (5), 311-14.
- Jacobs, D. (1999). Ascription or productivity? The determinant of departmental success in the NRC quality rankings. *Social Science Research*, vol. 28, 228-239.
- Katz, J. S. (1999). The self-similar science system. *Research Policy*, vol. 28 (5), 501-517.
- Kline, R. B. (1998). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*. The Guilford Press, New York.
- Lee Hansen, W., y Weisbrod, B. A. (1978). Modeling the earnings and research productivity of academic economists. *Journal of Political Economy*, vol. 86 (41), 729-41.
- Lissoni, F.; Mairesse, J.; Montobbio, F., y Pezzoni, M. (2010). *Scientific productivity and academic promotion: a study on french and italian physicists*. NBER Working Paper 16341.
- Long, J. S. (1978). Productivity and academic position in the scientific career. *American Sociological Review*, vol. 43, 889-908.
- Long, J. S.; Allison, P. D., y McGinnis, R. (1979). Entrance into the academic career. *American Sociological Review*, vol. 44, 816-30.
- Long, J. S.; Allison, P. D., y McGinnis, R. (1993). Rank advancement in academic careers: sex differences and the effects of productivity. *American Sociological Review*, vol. 58 (5), 703-22.
- Long, J. S., y McGinnis, R. (1981). Organizational context and scientific productivity. *American Sociological Review*, vol. 46, 422-42.
- Long, J. S., y McGinnis, R. (1985). The effects of the mentor on academic career. *Scientometrics*, vol. 7 (3), 255-80.
- Long, J. S., y Fox, M. F. (1995). Scientific careers: Universalism and Particularism. *Annual Review of Sociology*, vol. 21, 45-71.
- Maranto, C. L., y Streuly, C. A. (1994). The determinants of accounting professors' publishing productivity - The early career. *Contemporary Accounting Research*, vol. 10 (2), 387-407.
- McGinnis, R.; Allison, P. A., y Long, J. S. (1982). Postdoctoral training in bioscience: allocation and outcomes. *Social Forces*, vol. 60 (3), 701-22.
- Merton, R. K. (1968). The Mathew effect in Science. *Science*, vol. 159 (3810), 56-63.
- Merton, R. K. (1988). The Mathew effect in Science II. Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property. *ISIS*, vol. 79, 603-23.
- OCDE (1995). Manual on the measurement of human resources devoted to S&T «Canberra Manual». París.
- OCDE (2003). Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Manual de Frascati. FECYT, Madrid.
- Reskin, B. F. (1979). Academic sponsorship and scientists' careers. *Sociology of Education*, vol. 52, 129-46.
- RICYT (2009). Hacia el Manual de Buenos Aires. Indicadores de Carreras de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología en Iberoamérica. Disponible en: <http://bit.ly/sZ2VXy> [22/11/2011].

- Rodgers, R. C., y Maranto, C. L. (1989). Causal models of publishing productivity in psychology. *Journal of Applied Psychology*, vol. 74 (4), 636-49.
- Rute Cardoso, A.; Guimaraes, P., y Zimmermann, K. F. (2009). Comparing the early research performance of PhD graduates in labor economics in Europe and the USA. *Scientometrics*, vol. 84 (3), 621-37.
- Schwartz, S., y Lopez-Hellin, J. (1996). Measuring the Impact of Scientific Publications. The Case of the Biomedical Sciences. *Scientometrics*, vol. 35 (1), 119-132.
- Su, X. (2009). Postdoctoral training, departmental prestige and scientists' research productivity. *Journal of Technology Transfer*, vol. 36 (3), 275-91.
- Turner, L., y Mairesse, J. (2007). Identifying age, cohort, and period effects in scientific research productivity: discussion and illustration using simulated and actual data on French physicists. *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 16 (2), 159-177.
- UNESCO (1989). Guide to Statistics on Lifelong Training of Scientists, Engineers and Technicians, Paris.

## **Anexo I. Estimación de la calidad de los departamentos en escala única**

Para poder estimar el modelo de carrera investigadora se requiere disponer de indicadores de la calidad de los departamentos de doctorado (CDOC), estancia posdoctoral (CPOST) y primer trabajo (CPT) en la misma escala independientemente del país en el que estén ubicados. Por otra parte, la mayoría de los individuos considerados en esta muestra realizaron sus estancias posdoctorales en centros del Reino Unido. En este país, se lleva a cabo desde 1986 una evaluación de cada departamento y centro de investigación conocida como *Research Assessment Exercise* (RAE). Como resultado de esta evaluación, cada departamento queda incluido en una escala con siete niveles diferentes que resulta apropiada para incluirla en el modelo de carrera profesional. El problema es que dado que, además de centros en el Reino Unido, también es preciso tener una valoración de la calidad de departamentos de otros países donde los individuos de la muestra se doctoraron, realizaron su estancia posdoctoral o acabaron siendo contratados.

Para poder estimar la calidad de los departamentos no británicos en la escala RAE, se planteó una metodología inspirada en dos resultados previos. Por una parte, el uso de modelos hedónicos para la estimación de la calidad de los programas de doctorado en Estados Unidos (Ehrenberg y Hurst, 1996). Por otra parte, la relación existente entre el número de citas que recibe una institución y el número de artículos que publica (Katz, 1999). El primer estudio propone un método para estimar la calidad de los departamentos a partir de características observables (modelo hedónico) aplicándolo a programas de doctorado en Estados Unidos. Para ello, emplea una serie de atributos de cada programa de doctorado como son la productividad y su distribución interna medida por el índice de Gini, la financiación recibida, el ratio profesores/estudiantes o la duración media de la tesis. Lamentablemente, en nuestro caso, no se dispone de información suficien-

te para poder emplear los modelos propuestos por Ehrenberg y Hurst (1996). Para tratar de superar esta dificultad, se consideró el enfoque propuesto por Katz (1999) según el cual la relación entre productividad de un departamento y su prestigio está determinada por una ley de potencia. Según este autor, el número de citas recibidas por un departamento ( $C$ ) vendría determinado por las publicaciones  $P$  por la ley de potencia  $C = AP^\lambda$ ;  $\lambda > 1$ , donde  $A$  y  $\lambda$  son constantes. A partir de este planteamiento, se estimaron modelos de potencia para cada disciplina empleando los datos del RAE para los departamentos británicos mediante la ecuación  $R_i = AP_i^\lambda$ , donde  $R_i$  y  $P_i$  indican, respectivamente, la valoración del departamento  $i$  en la escala RAE y su producción científica medida en número de artículos en el SCI. Los coeficientes de correlación de dichos modelos oscilaron entre 0,7 y 0,9 lo que avala la validez de los mismos. Finalmente, se utilizaron los modelos estimados para los departamentos del Reino Unido, para estimar la calidad de otros departamentos en la escala RAE, siguiendo el esquema propuesto por Ehrenberg y Hurst (1996).