

# Los nuevos ingresos como candidato a investigador en el SNI, 1996-2003\*

GERARDO REYES RUIZ\*\* | JORDI SURINACH I CARALT\*\*\*

En este artículo mostramos el perfil académico de la categoría denominada Candidato a Investigador al momento de ingresar por primera vez a una élite de investigadores en México, conocida como Sistema Nacional de Investigadores (SNI), desde la perspectiva de su producción científica para ser admitido a dicha elite. Con base en este perfil académico se muestra un modelo de probabilidad, el cual hace uso de la información presentada por los investigadores en sus solicitudes de admisión, analizando la transición a los dos niveles del SNI que más dinámica presentan: candidato a investigador e investigador nacional nivel I. Estas variables son mostradas primero, al momento de su ingreso al SNI y segundo, al momento de su primera renovación en ese sistema de investigación.

*This paper shows a profile, from the perspective of their scientific output, of the "Candidate Researcher's" to join, for the first time, the Mexican research elite known as National System of Researchers (SNI). Based on that academic profile, a probability model using the information submitted by the researchers on their applications is shown, analyzing the transition to the two levels of SNI that present more dynamics: Candidate Researcher and National Researcher Level I. These variables are displayed first at the time of admission to SNI and second, when the first extension in the System.*

## Palabras clave

Modelos de probabilidad  
Regresión logística  
Capital humano  
SNI  
Educación en México

## Keywords

Probability models  
logistic regression  
human capital  
SNI  
Education in Mexico

Recepción: 25 de mayo de 2009 | Aprobación: 30 de julio de 2009

\* Se agradece al Sistema Nacional de Investigadores por la información proporcionada. Los comentarios y resultados de este trabajo son responsabilidad de los autores.

\*\* PhD por la Universidad de Barcelona e investigador de dicha institución. Temas de trabajo: econometría, economía aplicada y capital humano. Publicaciones recientes: en coautoría con A. Ángel y Jordi Bachs (2008), "Coeficiente de pesimismo relativo", *Contaduría y Administración*, núm. 226, pp. 59-72. CE: ger\_07@hotmail.com.

\*\*\* Doctorado por la Universidad de Barcelona, catedrático e investigador de la misma institución. Temas de trabajo: economía regional, modelización regional, econometría y bibliometría. Publicaciones recientes: en coautoría con R. Moreno y E. Vayá (2008), "Knowledge Externalities, Innovation Clusters and Regional Development", *Investigaciones Regionales*, núm. 12, pp. 213-217; en coautoría con J.L. Duque y V. Royela (2007), "Patrones de publicación internacional (SSCI) de los autores afiliados a universidades españolas, en el ámbito económico-empresarial (1994-2004)", *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 25, núm. 1, pp. 277-310. CE: jsurinach@ub.edu.

## INTRODUCCIÓN

A finales de los ochenta y principios de los noventa surgieron nuevas teorías sobre el crecimiento económico, algunas de las cuales enfatizaron la posición del capital humano al analizar las diferencias internacionales en la tasa de crecimiento económico de los países (Lucas, 1988; Romer, 1986, 1990).

La economía ha identificado tres tipos de capital como los conductores del crecimiento económico: el capital físico, el capital humano y el capital del conocimiento (Audretsch y Keilbach, 2004). Si se toma en cuenta que el capital humano es el conocimiento, habilidades, capacidades y experiencia individual única de cada persona (Schultz, 1961), es innegable que la inversión realizada en capital humano, aunque bien podría entenderse como la aplicación de recursos sociales al mejoramiento de las condiciones actuales de vida de los habitantes de un determinado país o región, hace referencia por lo general a los recursos económicos que la sociedad destina a la educación de sus miembros. Y se entiende como una inversión porque supone la obtención de utilidades futuras, aunque no necesariamente monetarias.

Uno de los componentes más importantes en el capital humano es la educación, ya que mediante la creación de un mayor, pero sobre todo mejor, acervo intelectual, se fomenta uno de los más importantes ingredientes de la competitividad de los países, como ha sido reconocido por Schultz (1961) y Krueger (1990); la ayuda a países en desarrollo consistente sólo en transferencias de capital no es suficiente si el país no posee un nivel de capital humano adecuado para derivar todo el beneficio posible de esa ayuda. Es decir, la formación de recursos humanos de alto nivel se convierte en el brazo de palanca para proporcionar mayor valor agregado a los productos y servicios producidos por una nación con pleno apego a los estándares de calidad que demanda el mercado global.

Bajo la convicción de que la ciencia crea nuevo conocimiento, alrededor del mundo los gobiernos han dedicado una cantidad muy importante de recursos a ciencia y tecnología, promoviendo así la creación de nuevas tecnologías que a su vez estimulan el crecimiento y desarrollo económico de un país. Sin embargo, la calidad ha llegado a ser una de las principales preocupaciones fundamentales en la educación. Ello obedece a que la satisfacción de las expectativas y las necesidades de una sociedad, y en particular de la sociedad mexicana, depende de la calidad del personal, sus programas y sus estudiantes, así como de su infraestructura y entorno académico (CONACyT, 2004).

México no es indiferente a un mundo globalizado, de allí que surja la necesidad de medir el impacto de los programas de apoyo a la ciencia y la tecnología para que se evalúe y monitoree la actividad científica mexicana. Por lo que respecta al tema de cómo medir la importancia de las contribuciones de los investigadores mexicanos, debe señalarse que hoy en día las publicaciones científicas y el número de veces que se citan se han convertido en la forma más común de medir la productividad, no sólo de los individuos sino también de las instituciones (Brambila y Veloso, 2005).

De esta manera, las publicaciones son usadas como un elemento cuantitativo en la evaluación de investigadores que compiten por financiamiento para proyectos, o bien para reclutar y promover a otros investigadores, dar prestigio a instituciones de educación superior y hasta como un canal de comunicación con la industria. No obstante, la mayoría de los estudios sobre la producción científica de los investigadores mexicanos son llevados a cabo cuando éstos ya tienen una línea de investigación definida. Pero, ¿qué sucede con los nuevos investigadores?, ¿qué respaldo académico tienen al comenzar su trayectoria en la investigación? Y más aún, ¿qué perfil académico tienen al momento de ingresar a una élite de investigadores en México?

Existen trabajos en cuanto al estudio de los recursos humanos de alto nivel en México (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006; Veloso *et al.*, 2006) los cuales abordan el tema desde el punto de vista cuantitativo *ex post*. Es decir, se comparan niveles internacionales de productividad científica tomando como base a recursos humanos muy específicos, a saber, los recursos humanos de alto nivel del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Hay otros trabajos que van más allá de un análisis descriptivo, como el estudio realizado por Zubieta y Rueda (1998), en donde se persigue un doble objetivo: por una parte se muestran aspectos y características generales de la comunidad científica mexicana a partir de la información del SNI para el periodo 1991-1998, y por otra parte se estima, para esta comunidad de investigadores, tanto su potencial como sus limitaciones, con el fin de exponer, incluso a largo plazo, la problemática por la que muy probablemente se atravesará en caso de que las condiciones tanto de su entorno académico como del económico no se modifiquen.<sup>1</sup> En dicho trabajo destaca el análisis que se hace mediante un modelo estocástico, con el cual se obtiene la probabilidad de pertenecer o ser considerado, dentro del SNI, como un recurso humano mejor consolidado.

En el trabajo más reciente sobre el SNI, de C. Brambila y F. Veloso (2005) se muestran ciertos factores asociados directamente con la productividad científica de los investigadores mexicanos; sin embargo, no existen trabajos que muestren los factores directos asociados a la pertenencia y/o ingreso a dicho Sistema, desde la perspectiva de su producción científica. Es decir, no existen estudios hasta el momento que muestren el perfil de los nuevos ingresos a dicho Sistema, en particular sobre los denominados “candidato a

investigador”, y que justifiquen tanto su ingreso como su promoción a un nivel superior del SNI en futuras evaluaciones.

En este trabajo se muestra el perfil de la categoría denominada “candidato a investigador” al momento de ingresar por vez primera a una élite de investigadores en México, desde la perspectiva de su producción científica, para ser admitido a dicho círculo. Con base en ese perfil se muestra un modelo de probabilidad que hace uso de la información presentada por los investigadores en sus solicitudes de admisión, analizando la transición a los dos niveles del SNI que más dinámica presentan, a saber: candidato a investigador e investigador nacional nivel I. La principal contribución de este trabajo es presentar, para el periodo 1999-2003,<sup>2</sup> las variables que inciden directamente para que un investigador de nuevo ingreso denominado “candidato a investigador” sea o no promovido a un nivel superior dentro del SNI. Estas variables son mostradas en primer lugar al momento de su ingreso al Sistema, y en segundo, al momento de su primera renovación.

El trabajo se divide en cuatro apartados: en el primero se muestra el objetivo planteado en esta investigación; posteriormente se describe la aproximación metodológica utilizada; en tercer lugar se presentan los principales resultados obtenidos y por último se muestran unas reflexiones finales con respecto a futuras evaluaciones internas del SNI.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es mostrar, por una parte, el perfil académico de los “candidatos a investigador” al momento de pertenecer por primera y única vez al SNI, que constituye una élite de investigadores. Este análisis se

1 El entorno académico y económico de los investigadores mexicanos hace énfasis en la preocupación por diseñar estrategias y alternativas que faciliten la formulación de políticas capaces de favorecer un desarrollo científico y tecnológico propio, que también propicie una mayor competencia, prosperidad y competitividad en el ámbito internacional.

2 La delimitación de la cota superior en el año se debe a que el SNI sólo cuenta con información en medio magnético hasta ese año.

realiza desde la perspectiva de la producción científica presentada por el candidato a dicho Sistema durante el periodo de 1996 a 2000, la cual justifica su admisión. Posteriormente, y con base en la producción científica presentada en su segunda evaluación, durante los años de 1999 a 2003, se muestra si los investigadores que se encuentran en esta categoría (nuevo ingreso) son motivados para continuar formando parte de ese grupo de alto rendimiento en México en materia de investigación científica. Es decir, si la producción científica reportada en su primera renovación para justificar ya sea su promoción o permanencia en el SNI creció o decreció cuantitativamente para de esta manera detectar en qué aspectos se aprecia un mayor cambio.

Finalmente, para el periodo 1999-2003 se hace uso de un modelo logístico para detectar las variables que influyen directamente en incrementar la probabilidad de que un nuevo candidato a investigador sea promovido o no, en su siguiente evaluación, al nivel inmediato superior dentro de dicho grupo.

Con este trabajo se muestran las evaluaciones internas del SNI desde la perspectiva tanto del solicitante como de las comisiones dictaminadoras para el periodo 1996-2003, ya que por una parte se presentan resultados que ayudan a valorar o a revalorar los criterios internos de selección del SNI, y por otra parte se presenta un perfil para una determinada categoría de investigadores, “candidato a investigador”, el cual proporciona dos escenarios: la calidad de los recursos humanos que ingresan por vez primera al SNI y la probabilidad de éxito que dichos recursos humanos, considerados de alto rendimiento, tienen dentro de dicha elite.

### Datos

Para cubrir el objetivo de este trabajo de investigación se utilizaron dos fuentes: la primera contiene información sobre la élite de los investigadores mexicanos, llamada Sistema Nacional de Investigadores, y en particular

de los investigadores denominados “reingresos vigentes”. La segunda hace referencia a la producción científica presentada a dicho Sistema por todos los solicitantes, la cual les sirvió para ser aceptados. Las dos fuentes de información están definidas anualmente para el periodo de 1996 a 2003.

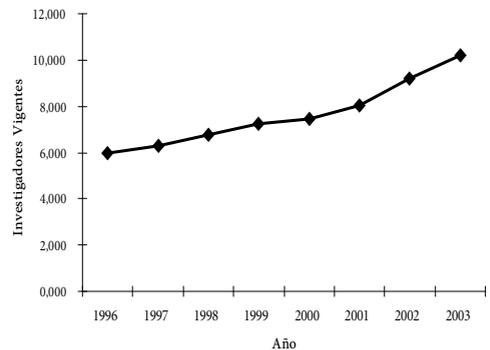
### Investigadores vigentes, 1996-2003

Los datos para este apartado hacen referencia únicamente a los investigadores vigentes en el SNI para el periodo de estudio (1996-2003), y se contabilizan de forma anual, es decir, el total de investigadores vigentes por año es el que se muestra en el Cuadro 1.

*Cuadro 1. Total de investigadores vigentes en el SNI por año, 1996-2003*

Año	Investigadores vigentes
1996	5,969
1997	6,278
1998	6,742
1999	7,252
2000	7,466
2001	8,018
2002	9,200
2003	10,189
Promedio	7,639

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

El promedio de los investigadores vigentes por área del conocimiento del SNI y sexo es el que se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Promedio de investigadores vigentes por área del SNI y sexo, 1996-2003<sup>3</sup>**

Área del SNI	Promedio 1996-2003			% Total
	Hombres	Mujeres	Total	
Área I: Físico-matemáticas y Ciencias de la Tierra	1,304	242	1,546	20.2
Área II: Biología y Química	994	544	1,538	20.1
Área III: Medicina y Ciencias de la salud	494	292	786	10.3
Área IV: Humanidades y Ciencias de la conducta	696	623	1,318	17.3
Área V: Sociales	589	258	848	11.1
Área VI: Biotecnología y Ciencias agropecuarias	575	131	706	9.2
Área VII: Ingeniería y tecnología	794	103	898	11.17
Promedio de todas las áreas	5,446	2,193	7,639	100.0

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

De la misma manera, la participación de los investigadores vigentes por nivel del SNI es la que se muestra en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Promedio de investigadores vigentes del SNI por nivel y sexo, 1996-2003**

Nivel	Promedio 1996-2003			% Total
	Hombres	Mujeres	Total	
Investigador nacional nivel I	3,063	1,341	4,404	57.7
Investigador nacional nivel II	1,006	302	1,308	17.1
Investigador nacional nivel III	518	97	615	8.1
Candidato a investigador	859	453	1,312	17.2
Promedio de todos los niveles	5,446	2,193	7,639	100.0

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

El candidato a investigador es, por lo general, una persona joven (es requisito tener menos de 40 años) que está comenzando su carrera académica pero que ya cuenta con cierta experiencia en labores de investigación. Los miembros del nivel I son aquellos que están empezando a realizar investigaciones, a publicar, a formar recursos humanos, etc.; esto es, se encuentran en una etapa

temprana del proceso de consolidación académica. Los investigadores nacionales nivel II son científicos formados y cuentan ya con grupos en proceso de consolidación, directamente asociados a sus líneas de investigación. Los miembros del nivel III son considerados investigadores de excelencia; sus carreras académicas están consolidadas y su prestigio académico les ha permitido recibir

<sup>3</sup> Para los años 1996 a 1999 en el SNI existían únicamente cuatro áreas del conocimiento; posteriormente se incrementaron a siete, por lo que para estos años se adecuaron las cifras a siete áreas con base en la disciplina del SNI.

reconocimientos y premios nacionales e internacionales (Zubieta y Rueda, 1998).

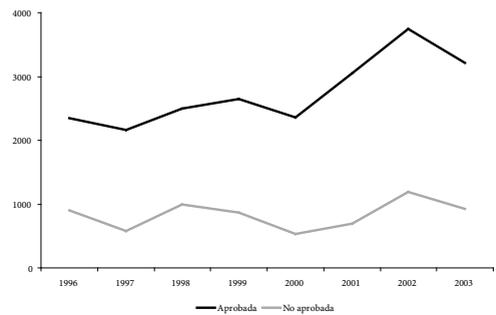
#### Información histórica asociada a cada investigador aceptado en el SNI, 1996-2003

Para esta fuente de información se dispuso de una base de datos que contiene la producción científica presentada al SNI por cada investigador aceptado, es decir, un investigador pudo presentar su producción, dependiendo de su vigencia, más de una vez en el periodo de estudio, el cual comprende los años 1996 a 2003.

De esta manera, las variables utilizadas para construir el perfil de cada categoría son las siguientes: número de artículos, capítulos de libros, citas a sus publicaciones, distinciones recibidas, cursos académicos impartidos, pertenencia a grupos de investigación, invitaciones a congresos, libros, libros editados, libros traducidos, memorias de congresos, patentes registradas, posdoctorados realizados, estancias de investigación, reseñas, desarrollos tecnológicos y tesis dirigidas. Estas variables son consideradas para cada investigador anualmente y para el periodo 1996-2003.

Por lo que respecta al número de solicitudes recibidas por el SNI para el periodo 1996-2003, en la Gráfica 1 se aprecia qué tanto las solicitudes aprobadas como las solicitudes no aprobadas presentaron una tendencia creciente, siendo las solicitudes aprobadas las que tuvieron un mayor promedio anual para dicho periodo (2 754). Por su parte, las no aprobadas tuvieron un promedio anual de 835 solicitudes. Es evidente que el SNI aprueba más solicitudes de las que rechaza, obteniéndose como resultado un índice de rechazo para una solicitud presentada en este periodo de 30.3 por ciento, es decir, una de cada tres solicitudes presentada al SNI no se aprueba.

Gráfica 1. Solicitudes aprobadas y no aprobadas en el SNI, 1996-2003<sup>4</sup>



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

Respecto a las solicitudes por tipo de situación, para el periodo 1996-2003 se encontró que las solicitudes de los denominados “reingresos no vigentes” presentaron el mayor promedio de solicitudes no aprobadas, obteniendo una participación relativa de 42 por ciento. Para las solicitudes de “nuevo ingreso” dicho porcentaje fue de 33 por ciento, mientras que para las solicitudes de “reingreso vigente” fue de 12 por ciento.

Del total de solicitudes no aprobadas para este periodo, 70.9 por ciento no presentó información con respecto a su nivel anterior, ya sea porque fueron nuevos ingresos o porque resultaron ser reingresos no vigentes. Para los denominados reingresos vigentes, es decir, para aquellos investigadores que no han dejado de pertenecer al SNI en ningún periodo, se obtuvo que los investigadores con mayor índice relativo de solicitudes no aprobadas fueron los investigadores nacionales nivel I, con 55.8 por ciento, seguidos de los candidatos a investigador con 43.0 por ciento y finalmente los investigadores que tuvieron el nombramiento de investigador nacional nivel II con 1.2 por ciento.

Para las instituciones que mostraron mayor número de solicitudes presentadas al SNI, se obtuvo que el mayor índice relativo de solicitudes no aprobadas lo presentó el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, con 37.3 por ciento; es decir, cuatro de cada diez solicitudes presentadas al SNI por esta institución fueron no aprobadas.

4 En el total de solicitudes se tomaron en cuenta las reconsideraciones, es decir, las solicitudes de inconformidad.

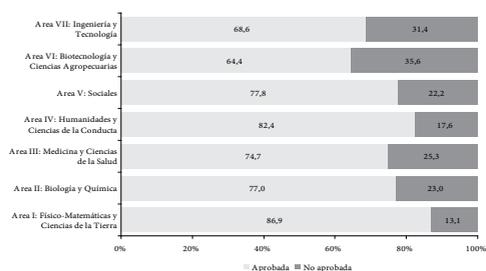
**Cuadro 4. Promedio de solicitudes aprobadas y no aprobadas en el SNI por institución, 1996-2003**

Institución	Aprobado	%	No aprobado	%	Total
Universidad Nacional Autónoma de México	772	87.6	109	12.4	881
Universidad Autónoma Metropolitana	167	80.8	40	19.2	206
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN	153	85.7	26	14.3	178
Instituto Politécnico Nacional	91	71.0	37	29.0	128
Universidad de Guadalajara	68	70.8	28	29.2	95
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	70	79.0	19	21.0	88
Instituto Mexicano del Seguro Social	67	76.7	20	23.3	87
Universidad Autónoma de Nuevo León	49	65.2	26	34.8	74
Instituto Mexicano del Petróleo	38	68.4	17	31.6	55
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	34	62.7	20	37.3	55
Subtotal de las instituciones seleccionadas	1,507	81.5	342	18.5	1,848
Otras instituciones	1,247	71.7	493	28.3	1,740
Total general	2,754	76.7	835	23.3	3,588

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

Finalmente cabe mencionar que para el periodo 1996-2003 el área del conocimiento del SNI que mayor porcentaje de solicitudes no aprobadas presentó fue la denominada Biotecnología y Ciencias agropecuarias, con un indicador relativo de 35.6 por ciento. Por su parte, Físico-matemáticas y Ciencias de la Tierra aprobó el mayor número de solicitudes presentadas durante este periodo.

**Gráfica 2. Promedio de solicitudes aprobadas y no aprobadas en el SNI, por área, 1996-2003**



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

## METODOLOGÍA

En este trabajo se hace uso de una base de datos que contiene información sobre el Sistema Nacional de Investigadores así como de su producción científica, comprendida en los años de 1996 a 2000. Mediante un análisis bibliométrico se muestra un perfil de la producción científica para la categoría denominada “candidato a investigador” que ingresan por primera vez a dicho Sistema en el periodo antes mencionado. Con ello se presenta un panorama de las variables que más influyeron en la solicitud de dichos candidatos para argumentar su ingreso al SNI.

Posteriormente se presenta un modelo de variable cualitativa dicotómica denominado *logit*, el cual hace uso de variables que hacen referencia a la producción científica de los nuevos candidatos a investigador presentada al SNI tres años después. Con este modelo se mostrará la probabilidad de que los nuevos ingresos para este nivel sean promovidos a un nivel inmediato superior en la siguiente evaluación, es decir, se muestra la magnitud y la

manera como influyen las variables seleccionadas para justificar dicha promoción.

El estudio se enfoca sobre los candidatos a investigador debido a que son ellos los que, por ser nuevos ingresos en el SNI se supone que no tienen mayor sesgo en cuanto a los criterios de evaluación a los cuales son sometidos por cada comité que los evalúa.

### El modelo de variable cualitativa

La estimación e interpretación de los modelos lineales de probabilidad plantean una serie de problemas que han llevado a la búsqueda de otros modelos alternativos que permitan estimaciones más fiables de las variables dicotómicas. Para evitar que la variable endógena estimada tome valores fuera del intervalo [0,1], las alternativas disponibles son utilizar modelos de probabilidad no lineales, donde la función de especificación utilizada garantice un resultado en la estimación comprendido en el rango 0-1. Las funciones de distribución cumplen este requisito, ya que son funciones continuas que toman valores comprendidos entre 0 y 1.

Dado que el uso de una función de distribución garantiza que el resultado de la estimación esté acotado entre 0 y 1, en principio las posibles alternativas son varias, siendo una de las más habituales la función de distribución logística, que ha dado lugar al modelo *logit*. El modelo que se usa en este trabajo es el denominado *logit* dicotómico, el cual se utiliza cuando el número de alternativas son dos y excluyentes entre sí. Para este estudio las alternativas serán: promovido y no promovido.

En el marco de un modelo logístico de respuesta binaria se asume que la variable dependiente sólo toma como valores el 1 (promovido) ó 0 (no promovido), es decir, los modelos logísticos relacionan la variable endógena  $Y_i$  con las variables explicativas  $X_{ki}$  a través de una función como la siguiente:

$$Y_i = \alpha + \beta_K X_{Ki} + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, m$$

donde:

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si ocurre el acontecimiento objeto de estudio} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

$$X_{Ki} = \text{variables explicativas}$$

$$\varepsilon_i = \text{variable aleatoria}$$

En este modelo la variable dependiente  $Y_i$ , o variable respuesta, también presenta dos categorías, pero en este caso representa la ocurrencia o no ocurrencia del acontecimiento definido por la variable, codificándose con los valores uno y cero, respectivamente. Por lo que se refiere a las variables independientes o explicativas  $X_{ki}$ , no se establece ninguna restricción, pudiendo ser cuantitativas, tanto continuas como discretas, y categóricas, con dos o más modalidades.

En el caso del modelo *logit*, la función utilizada es la llamada logística y una vez definida la variable dependiente como la ocurrencia o no de un acontecimiento, el modelo de regresión logístico lo expresa en términos de probabilidad. Este modelo utiliza la función logística para estimar la probabilidad de que ocurra el acontecimiento o de que un individuo elija la opción uno de la variable dependiente, dados determinados valores de las variables explicativas, mediante la siguiente expresión:

$$\pi_i = \frac{e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}}{1 + e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}} + \varepsilon_i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_k X_{ki})}} + \varepsilon_i$$

donde se deduce que:

$$E(Y_i) = \text{Prob}(Y_i = 1) = \frac{e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}}{1 + e^{(\alpha + \beta_k X_{ki})}} + \varepsilon_i = \Lambda(X_{ki} \beta_k) + \varepsilon_i$$

con:

$$i = 1, 2, 3, \dots, n; k = 1, 2, 3, \dots, m \text{ y}$$

$e$  denota la exponencial de la expresión en paréntesis

Como el modelo anterior no es lineal respecto de las variables independientes, se considera la inversa de la función logística, que es el *logit* o logaritmo de las *odds*. Su interpretación es la ventaja o preferencia de la opción 1 (promovido) frente a la 0 (no promovido), es decir, el número de veces que es más probable que ocurra el fenómeno frente a que no ocurra, definiéndose esto como el cociente entre la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la probabilidad de que no ocurra, que es su complementaria. Se describe en la siguiente expresión:

$$\text{logit}(\pi_i) = \ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n; k = 1, 2, 3, \dots, m$

La formulación anterior facilita la interpretación del modelo y de sus coeficientes, que reflejan, de este modo, el cambio en el *logit* correspondiente a un cambio unitario en la variable independiente considerada.

Con la modelización logística el resultado del modelo es la estimación de la probabilidad de que un nuevo individuo pertenezca a un grupo o a otro, mientras que por otro lado, al tratarse de un análisis de regresión, también permite identificar la sensibilidad de las variables que explican las diferencias entre grupos.

La medición de la intensidad de las variables explicativas involucradas en el modelo se realizó de forma anual, es decir, se llevó a cabo un análisis para cada año comprendido en el periodo de 1999 a 2003. Con cada modelo anual se integró un conjunto de variables estadísticamente significativas individualmente, que sirvieron para explicar la promoción a un nivel superior de una solicitud presentada al SNI por un candidato a investigador en ese año, y así mostrar la dinámica de dichas variables independientes durante el periodo de estudio antes mencionado.

## RESULTADOS

Los resultados para este trabajo son presentados en dos apartados: en el primero se muestran los referentes al perfil de los nuevos ingresos como candidato a investigador, mientras que en el segundo se hace referencia a los resultados obtenidos mediante la estimación del modelo logístico.

### *El perfil de los nuevos ingresos como candidato a investigador en el SNI, 1996-2000*

Para el periodo de 1996 a 2000, el SNI recibió un total de 15 mil 875 solicitudes,<sup>6</sup> de las cuales 75.7 por ciento fueron aprobadas y 24.3 por ciento fueron no aprobadas. De esta manera, el promedio anual de solicitudes aprobadas para este periodo fue de 2 403, mientras que el de solicitudes no aprobadas fue de 772.

Los nuevos ingresos en el SNI como candidato a investigador tuvieron para este periodo un promedio anual de 340, es decir, representaron 10.7 por ciento con respecto al promedio del total de solicitudes recibidas (3 175). En el año 1998 ingresó al SNI el mayor número de nuevos candidatos a investigador, lo cual representó para ese año 12.9 por ciento. Por su parte, para el año 1996 el número de nuevos ingresos para esta categoría fue bajo, debido a que en ese año el reglamento del Sistema se modificó, exigiendo, entre otras cosas, que el solicitante tuviese el grado de doctor.

Los nuevos ingresos como candidato a investigador fueron en su gran mayoría hombres, representando 66 por ciento, mientras que el restante 34 por ciento fueron mujeres; de esta manera, la relación hombre-mujer fue de 2:1. Otro aspecto importante para este periodo de estudio resultó ser que la gran mayoría de estos nuevos ingresos como candidato a investigador realizaron sus estudios de posgrado en instituciones de México (56.5 por ciento), mientras que 10.1 por ciento lo hizo en

6 El total de solicitudes hace referencia a todas las situaciones consideradas por el SNI, es decir, reingreso vigente, reingreso no vigente y nuevo ingreso.

instituciones de Estados Unidos; 6.3 por ciento en Francia; 5.9 por ciento en España; 5.2 por ciento en Inglaterra y el 16 por ciento restante en otros países.

El área del conocimiento del SNI con mayor participación de los nuevos candidatos a investigador fue la denominada Biología y Química, con 22.9 por ciento, mientras que el

área con menor captación fue Ciencias sociales, con 8.5 por ciento.

Los nuevos ingresos como candidato a investigador presentaron estudios de posgrado preferentemente en las disciplinas de Biología o Física, ya que para la primera de éstas se obtuvo una participación de 17.6 por ciento mientras que para la segunda fue de 8.7 por ciento.

**Cuadro 5. Nuevos ingresos como candidato a investigador por disciplina,<sup>7</sup> 1996-2000**

Disciplina	1996	1997	1998	1999	2000	Promedio 1996-2000
Biología	62	65	86	44	43	60
Medicina	10	34	36	20	27	25
Ciencias de la salud	16	12	20	19	18	17
Física	18	39	56	20	15	30
Ingeniería en com. elect. y control	14	11	26	9	13	15
Biotecnología	3	11	23	24	12	15
Química	13	26	31	9	10	18
Agronomía	5	15	14	15	9	12
Economía	7	7	7	11	8	8
Matemáticas	19	9	16	15	8	13
Otras disciplinas	105	109	201	152	73	128
Total	272	338	516	338	236	340

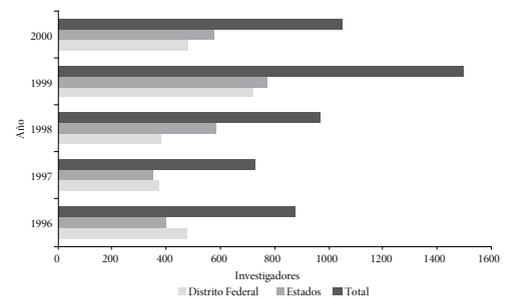
Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

De la misma manera, las instituciones mexicanas donde se concentró la mayor parte de la investigación para esta categoría de investigadores fueron: la Universidad Nacional Autónoma de México (23.5 por ciento), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (5.7 por ciento) y la Universidad Autónoma Metropolitana (5.4 por ciento). Estas tres instituciones, reportadas como institución de adscripción al SNI, concentraron 34.6 por ciento de los nuevos ingresos como candidato a investigador.

En el transcurso del periodo de 1996 a 2000 se aprecia que los nuevos ingresos como candidato a investigador ya no realizaban sus actividades de investigación preferentemente en el Distrito Federal, sino que paulatinamente

los estados de la República Mexicana fueron generando un mayor número de esta categoría de investigadores.

**Gráfica 3. Nuevos ingresos como candidato a investigador por ubicación, 1996-2000**



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

7 Se consideraron las 10 disciplinas que mostraron mayor número de nuevos ingresos como candidato a investigador en el año 2000.

La producción científica de los nuevos ingresos como candidato a investigador en el SNI, 1996-2000

En el momento de presentar su solicitud al SNI, los nuevos ingresos como candidato a

investigador tuvieron que ser evaluados por una comisión dictaminadora,<sup>8</sup> por consiguiente, la producción científica presentada al SNI por los nuevos candidatos para el periodo 1996-2000, y que les sirvió para ser aceptados, fue la que se muestra en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Producción científica de los nuevos ingresos como candidato a investigador, 1996-2000**

Concepto*	Evaluación					Promedio 1996-2000
	1996	1997	1998	1999	2000	
Edad promedio	32.80	34.10	34.00	35.90	35.60	34.50
Artículos	4.10	2.70	2.50	5.30	5.50	4.00
Tesis dirigidas	0.30	1.40	1.00	2.60	2.30	1.50
Cursos académicos impartidos	NE	NE	NE	NE	0.05	0.00
Capítulos de libros	0.80	0.50	0.30	0.70	0.90	0.60
Citas a sus publicaciones	0.80	1.10	1.00	2.70	2.70	1.70
Patentes	0.04	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03
Libros	0.30	0.20	0.20	0.40	0.40	0.30
Libros traducidos	0.13	0.03	0.01	0.04	0.03	0.05
Libros editados	NE	NE	0.02	0.11	0.06	0.10
Desarrollos tecnológicos	0.10	0.10	0.20	0.40	0.20	0.20
Distinciones recibidas	1.60	1.70	0.90	2.50	2.90	1.90
Memorias en congresos	1.30	1.30	0.90	2.30	1.70	1.50
Grupos de investigación	NE	NE	0.20	0.50	0.40	0.40
Estancias posdoctorales	0.40	0.30	0.20	0.60	0.60	0.40
Reseñas	NE	0.30	0.20	0.20	0.10	0.20
Invitaciones a congresos	1.20	3.40	4.60	NE	11.80	5.20
Estancias de investigación	0.20	0.20	0.10	0.30	0.10	0.20

\*Promedio para cada nuevo ingreso como candidato a investigador.

NE = no especificado.

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

Lo primero que se desprende de la información presentada en el Cuadro 6 es que los nuevos ingresos como candidato a investigador fueron gente relativamente joven, ya que para el periodo 1996-2000 cada nuevo ingreso en esta categoría tenía una media de 34.5 años, mientras que para los investigadores

que invariablemente tuvieron el nombramiento de investigador nacional nivel 1, la media fue 45.1 años.

Con base en el vector promedio 1996-2000 del Cuadro 6, y asumiendo una misma ponderación para todos los criterios (por ejemplo: un artículo tiene la misma valoración

<sup>8</sup> Una comisión dictaminadora está constituida por investigadores que representan las diversas disciplinas comprendidas en cada una de las siete áreas del SNI, y se apoya en subcomisiones de especialistas para la evaluación de casos específicos.

cuantitativa que un libro traducido<sup>9</sup>), se puede deducir que los nuevos ingresos como candidato a investigador tuvieron una mayor participación en los siguientes reactivos: invitaciones a congresos, artículos, distinciones recibidas, citas a sus publicaciones, tesis dirigidas, memorias en congresos y capítulos en libros. Por su parte, los reactivos con menor importancia fueron: patentes, libros traducidos, cursos académicos impartidos y libros editados. Es decir, una solicitud aprobada para esta categoría, que cumplía con 5.2 invitaciones a congresos, 4.0 artículos y 1.9 distinciones recibidas, cubría un poco más de 60 por ciento y satisfacía el perfil evaluado por las comisiones dictaminadoras del SNI. A continuación se muestran los detalles de los tres reactivos que más importancia tuvieron para que una comisión dictaminadora otorgase la categoría de candidato a investigador durante el periodo 1996-2000.

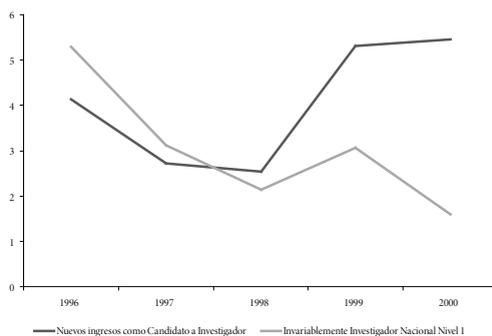
En lo que respecta a las invitaciones a congresos de los nuevos ingresos como candidato a investigador, los países de destino donde se llevaron a cabo la mayoría de sus contribuciones fueron: México (69.4 por ciento), Estados Unidos (11.3 por ciento), España (2.4 por ciento), Francia (2.2 por ciento) y Cuba (2.0 por ciento). Sin embargo, al compararse con el promedio anual obtenido para los investigadores que invariablemente tuvieron el nombramiento de investigador nacional nivel I, se obtuvo que los nuevos ingresos como candidatos mostraron, en la mayoría de los años, una mayor participación en congresos nacionales e internacionales.

Es difícil mencionar la palabra calidad en cuanto a la publicación de artículos se refiere para esta categoría de investigadores, y no porque sus trabajos carezcan de la misma, sino porque al tratarse de investigadores

relativamente jóvenes, la gran mayoría de ellos son personas que están comenzando su carrera académica. No obstante, ya cuentan con cierta experiencia en labores de investigación, por lo que para los alcances de este estudio, el análisis que se realizó con respecto a sus artículos fue totalmente cuantitativo.

De esta manera, para el periodo 1996-2000 el área que tuvo un mayor promedio de artículos presentados<sup>10</sup> al SNI fue Medicina y Ciencias de la salud, con una media de 6.5 artículos por cada nuevo candidato. Por su parte, el área con el menor número de artículos reportados fue Ingenierías, con un promedio de 2.7 artículos por cada nuevo candidato. En este contexto, y como se aprecia en la Gráfica 4, los nuevos ingresos como candidato a investigador presentaron una tendencia creciente, mientras que los investigadores que invariablemente tuvieron el nombramiento de investigador nacional nivel I, mostraron una tendencia decreciente. Nuevamente es importante mencionar que este promedio no involucra aspectos cualitativos, por lo que se asume el hecho de que los investigadores nacionales nivel I producen menos artículos pero de mayor calidad.

**Gráfica 4. Comparativo del número de artículos, 1996-2000**



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

<sup>9</sup> Este supuesto asume que un artículo tiene la misma ponderación que una patente, o cualquier otro criterio evaluado. Por lo que no debe confundirse y asumir que una reseña, por ejemplo, es más importante que una cita a alguna de sus publicaciones, ya que al no existir una ponderación en los criterios internos de evaluación del SNI, definitivamente dicha valoración quedará sujeta al criterio del evaluador.

<sup>10</sup> El total de artículos presentados hace referencia a los artículos enviados, artículos aprobados y artículos publicados.

Sin embargo, al hacer referencia a los artículos reportados como de investigación al SNI, nuevamente el área de Medicina y Ciencias de la salud tuvo el promedio más alto (5.6), mientras que ahora el área con el menor promedio fue Ciencias sociales (2.0). Las disciplinas que mostraron para este periodo una mayor producción de artículos de investigación, en promedio, fueron: Biología con 189.2 artículos, Medicina con 147.6 artículos, Ciencias de la salud con 84.8 artículos y Física con 65.2 artículos.

Para el periodo 1996-2000 los artículos reportados al SNI como de investigación se realizaron en su gran mayoría en instituciones ubicadas en los estados de la República Mexicana, con una participación de 52.4 por ciento con respecto al total de dichos artículos, mientras que el restante 47.6 por ciento fueron reportados en el Distrito Federal. Finalmente, para el periodo 1996-2000 se encontró que los nuevos ingresos como candidato a investigador enviaban sus trabajos de investigación preferentemente a los siguientes países: México (37.7 por ciento), Estados Unidos (25.9 por ciento), Inglaterra (10.0 por ciento), España (2.5 por ciento) y Canadá (1.8 por ciento).

Por lo que respecta a las distinciones recibidas por los nuevos ingresos como candidatos a investigador únicamente se puede mencionar que para el periodo 1996-2000 los países en donde principalmente se otorgaron dichas distinciones fueron México (78.5 por ciento) y Estados Unidos (9.9 por ciento).

Esto debido a que el término “distinción” no está bien definido, ya que puede ser considerado como tal desde una beca para estudios de posgrado hasta un nombramiento académico-administrativo.

La producción científica de los nuevos ingresos como candidato a investigador promovidos a un nivel superior en el SNI

Una vez terminado el periodo del primer nombramiento, los aspirantes que desean continuar en el SNI deben presentar de nueva cuenta su producción científica para ser evaluados por la comisión dictaminadora correspondiente. Esta producción es analizada a partir de su último nombramiento, en nuestro caso, para un candidato a investigador, de los últimos tres años. De esta manera, en este apartado se hace énfasis en la producción científica reportada al SNI para el periodo 1999-2003 de los nuevos ingresos como candidato a investigador de las generaciones 1996-2000, la cual les sirvió, en el mejor de los casos, para ser promovidos a un nivel superior del Sistema. Por ello, cuando se mencione a los candidatos a investigador se hará referencia únicamente a aquellos que para el periodo 1996-2000 fueron nuevos ingresos con tal nombramiento.

Primero se muestra el nivel de permanencia de los candidatos en el SNI, para lo cual se hace uso de la información del Cuadro 7.

**Cuadro 7. Permanencia de los candidatos a investigador en el SNI, 1999-2003**

Dictamen	Evaluación					Total
	1999	2000	2001	2002	2003	
Permanecen en el SNI	169	221	341	251	192	1,174
Investigador nacional nivel II	0	0	0	0	1	1
Investigador nacional nivel I	71	90	161	163	110	595
Candidato a investigador	98	131	180	88	81	578
No permanecen en el SNI	103	117	175	87	44	526
Total de nuevos ingresos como candidato a investigador evaluados tres años antes	272	338	516	338	236	1,700

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

Es evidente que para el periodo 1999-2003 las comisiones dictaminadoras favorecieron la permanencia en el SNI ya que, como se deduce del Cuadro 7, 69.1 por ciento de los candidatos a investigador permanecieron en dicho Sistema después de su segunda evaluación. De éstos, 50.8 por ciento fueron promovidos a un nivel superior, destacando el nombramiento de investigador nacional nivel I, y el restante 49.2 por ciento obtuvo una prórroga por un año más como candidato.

Por lo que respecta a los candidatos a investigador promovidos, se encontró que el área del conocimiento del SNI que más favoreció su promoción fue la denominada Sociales,

con una participación promedio relativa de 45.2 por ciento. Por otra parte, fue más difícil conseguir una promoción en el área denominada Biología y Química. Las disciplinas que promovieron a más candidatos en el periodo 1999-2003 fueron: Biología con un promedio de 18, Física con 13, Medicina con 7, Ciencias de la salud también con 7 y Economía con 4.

Las instituciones que presentaron el mayor porcentaje de candidatos promovidos<sup>11</sup> en 2003 se muestran en el Cuadro 8, así como su evolución para el periodo 1999-2003. Destaca, por mucho, la Universidad Nacional Autónoma de México, con un promedio anual de 29 solicitudes promovidas en dicho periodo.

*Cuadro 8. Candidatos a investigador promovidos por institución de adscripción, 1999-2003*

Institución	Evaluación					Promedio 1999-2003
	1999	2000	2001	2002	2003	
Universidad Nacional Autónoma de México	25	24	35	43	17	29
Instituto Mexicano del Seguro Social	1	4	5	9	10	6
Universidad de Guadalajara	1	1	6	4	7	4
Universidad Autónoma Metropolitana	3	3	2	7	5	4
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnológica del IPN	2	2	1	1	4	2
Instituto Politécnico Nacional	1	1	10	7	4	5
Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias	0	4	2	0	3	2
Universidad Autónoma de Baja California	0	1	3	2	3	2
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	1	2	3	3	3	2
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	0	1	2	1	2	1
Subtotal de instituciones	34	43	69	77	58	56
Otras instituciones	37	47	92	86	52	63
Total	71	90	161	163	110	119

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

<sup>11</sup> Se consideraron las instituciones con mayor porcentaje de candidatos a investigador promovidos debido a que existen instituciones con un solo promovido, lo cual desvirtuaría los resultados de este estudio.

Es importante mencionar que del total de candidatos a investigador promovidos durante este periodo, aquellos que realizaron sus estudios de posgrado en instituciones de Canadá obtuvieron el mayor porcentaje de solicitudes promovidas a un nivel superior en el SNI (50.0 por ciento), mientras que para España este porcentaje fue de 49.0 por ciento; para Inglaterra

46.1 por ciento seguido de Estados Unidos (38.4 por ciento), México (34.1 por ciento), Francia (33.6 por ciento) y Alemania (32.4 por ciento).

Una vez conocidas las características generales de los candidatos a investigador promovidos durante el periodo 1999-2003, en el Cuadro 9 se presenta el perfil de su producción científica presentada al SNI.

**Cuadro 9. Producción científica de los candidatos a investigador promovidos, 1999-2003**

Concepto*	Evaluación					Promedio 1999-2003
	1999	2000	2001	2002	2003	
Edad promedio	36.5	36.3	34.5	38.2	37.8	36.7
Artículos	6.4	7.6	7.3	3.1	6.6	6.2
Tesis dirigidas	3.9	3.1	3.9	2.2	4.1	3.4
Cursos académicos impartidos	NE	0.1	0.0	0.1	NE	0.1
Capítulos de libros	0.9	0.9	1.0	0.5	1.2	0.9
Citas a sus publicaciones	8.9	12.8	0.7	3.7	12.8	7.8
Patentes	0.113	0.033	0.025	0.061	0.009	0.05
Libros	0.4	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4
Libros traducidos	0.014	0.056	0.043	0.031	0.00	0.03
Libros editados	0.141	0.089	0.137	0.025	0.082	0.1
Desarrollos tecnológicos	0.25	0.22	0.12	0.15	0.04	0.16
Distinciones recibidas	1.901	2.2	2.6	0.902	2.0	1.9
Memorias en congresos	3.2	1.7	2.8	1.1	2.2	2.2
Grupos de investigación	0.704	0.5	0.7	0.3	0.5	0.5
Estancias posdoctorales	0.5	0.5	0.6	0.2	0.5	0.5
Reseñas	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
Invitaciones a congresos	NE	9.4	11.3	5.7	11.1	9.4
Estancias de investigación	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1

\*Promedio para cada nuevo ingreso como candidato a investigador promovido.

NE = No especificado.

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

Es lógico que los candidatos a investigador promovidos presenten un mayor promedio de edad tres años después; para el periodo 1999-2003 ésta fue de 36.7 años. Por su parte, para los investigadores que invariablemente tuvieron el nombramiento de investigador nacional nivel I fue de 48.0 años. Para el periodo 1999-2003 fueron otros los aspectos de la producción científica reportada por los candidatos

que sirvieron para justificar su promoción a investigador nacional nivel I; en orden de participación porcentual, dichos criterios fueron los siguientes: invitaciones a congresos, citas a sus publicaciones, artículos, tesis dirigidas, memorias en congresos, distinciones recibidas y capítulos de libros. Con presentar 9.4 invitaciones a congresos, 7.8 citas realizadas y 6.2 artículos, un candidato a investigador cumplía

con 68.9 por ciento del perfil evaluado por las comisiones dictaminadoras para ser promovido al nivel inmediato superior.<sup>12</sup>

Sin embargo, al comparar el vector de promedios de los nuevos ingresos como candidato a investigador (Cuadro 6) con el vector de promedios de los candidatos promovidos de dichas generaciones (Cuadro 9) se encontró que en la mayoría de los conceptos hubo una diferencia positiva, siendo tan sólo 5 conceptos los que mostraron un decrecimiento. El mayor incremento se dio en el número de citas a sus publicaciones, invitaciones a congresos y número de artículos. Pareciera que estos tres conceptos determinaron la promoción de los candidatos

en su siguiente evaluación. Lo que sí es claro es que los candidatos a investigador promovidos presentaron un mayor promedio en casi todos sus conceptos evaluados, por lo que no cabe duda de que fueron motivados a producir más al momento de ingresar al SNI, evidentemente para ser promovidos a un nivel superior.

Si ahora se compara el vector de promedios de los candidatos a investigador promovidos con el vector de promedios tanto de los investigadores que para el periodo 1996-2003 siempre tuvieron un nombramiento de investigador nacional de nivel I, como para toda la población de investigadores nacionales de ese nivel, se obtienen los resultados del Cuadro 10.

*Cuadro 10. Comparativo del vector de promedios por categoría, 1999-2003*

Concepto	Nuevos ingresos como candidato a investigador 1996-2000 (A)	Candidatos a investigador promovidos 1999-2003 (B)	Diferencia (B-A)	Investigadores que siempre han tenido el nivel I 1999-2003 (C)	Diferencia C-B	Todos los investigadores nacionales nivel I 1999-2003 (D)	Diferencia D-B
Artículos	4.028	6.20	2.17	2.42	-3.78	8.21	2.01
Tesis dirigidas	1.544	3.42	1.87	1.88	-1.54	5.25	1.83
Cursos académicos impartidos	0.047	0.06	0.01	0.03	-0.03	0.13	0.07
Capítulos de libros	0.614	0.92	0.31	0.58	-0.34	1.80	0.88
Citas a sus publicaciones	1.673	7.78	6.10	5.75	-2.03	14.49	6.72
Patentes	0.034	0.05	0.01	0.02	-0.02	0.10	0.05
Libros	0.285	0.36	0.07	0.21	-0.15	0.70	0.34
Libros traducidos	0.046	0.03	-0.02	0.02	-0.01	0.07	0.04
Libros editados	0.061	0.09	0.03	0.10	0.01	0.32	0.23
Desarrollos tecnológicos	0.199	0.16	-0.04	0.20	0.04	0.47	0.31
Distinciones recibidas	1.934	1.91	-0.03	1.00	-0.91	3.02	1.11
Memorias en congresos	1.480	2.21	0.73	0.94	-1.27	2.75	0.54
Grupos de investigación	0.358	0.54	0.18	0.31	-0.23	0.82	0.28
Estancias posdoctorales	0.414	0.47	0.05	0.19	-0.28	0.63	0.16
Reseñas	0.218	0.20	-0.02	0.13	-0.07	0.39	0.19
Invitaciones a congresos	5.246	9.36	4.12	3.53	-5.84	13.41	4.05
Estancias de investigación	0.170	0.14	-0.03	0.02	-0.12	0.10	-0.04

Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

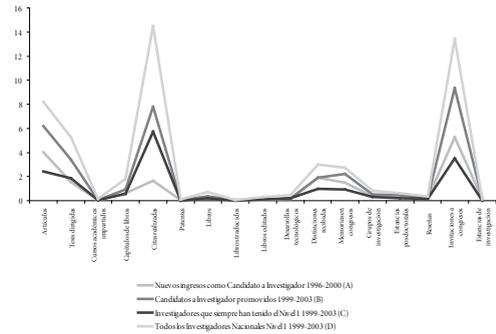
<sup>12</sup> Se considera al investigador nacional nivel I como el nivel inmediato superior ya que para el periodo 1999-2003 solamente hubo un caso que fue promovido a investigador nacional nivel II.

Con base en la información presentada en el Cuadro 10, pareciera que la única diferencia cuantitativa entre un candidato a investigador promovido (en su segunda evaluación) de un investigador nacional que siempre tuvo el nivel I, fue que el segundo presentó para el periodo 1999-2003 un mayor promedio de libros editados y desarrollos tecnológicos, sin embargo, dicho promedio no es de mucha significancia. De hecho, se aprecia que los candidatos promovidos tienen, al menos cuantitativamente, una mayor producción científica que los investigadores que siempre tuvieron un nombramiento como investigador nacional nivel I.

También se puede apreciar que el vector de todos los investigadores de nivel I es casi la suma de los vectores de los candidatos promovidos y de los investigadores que siempre tuvieron un nombramiento de nivel I, lo cual implica que los candidatos promovidos tuvieron mucha participación en los niveles de producción asociados para todos los investigadores nacionales nivel I, siendo en la mayoría de los conceptos evaluados por las comisiones dictaminadoras incluso mejor. No obstante, el aspecto subjetivo de dichas comisiones será, en la mayoría de los casos, un factor determinante para obtener una promoción.

Las diferencias de los vectores de los promedios para los nombramientos analizados en el Cuadro 10 se presentan en la Gráfica 5. En esta gráfica resaltan tres conceptos que hacen la diferencia entre obtener una promoción de candidato a investigador a investigador nacional nivel I, a saber: artículos, citas a sus publicaciones e invitaciones a congresos.

Gráfica 5. Vector de promedios por categoría, 1996-2003



Fuente: Sistema Nacional de Investigadores.

### Estimación y validación del modelo logístico

Para el periodo 1999-2003 se llevó a cabo la estimación del modelo logístico de variable dicotómica, obteniéndose en cada año de dicho periodo las variables que mayor influencia mostraron para que una solicitud de un candidato a investigador fuese promovida a un nivel superior, principalmente al nivel I, dentro del SNI. En este contexto únicamente se consideraron los candidatos que presentaron su solicitud en su segunda evaluación y que pertenecían al SNI. Este análisis se debe a que fueron estos investigadores del SNI los que reportaron información referente a su producción científica de los últimos tres años, es decir, en su segunda evaluación, y la cual les sirvió para ser promovidos. El análisis logístico no se llevó a cabo para los candidatos a investigador aprobados en su primera evaluación porque todos fueron aprobados (promovidos).

Una vez definido el modelo logístico se procedió a su estimación (Cuadro I del Anexo), obteniéndose que las variables explicativas involucradas en dicho modelo

logístico que hacen referencia a las características del candidato a investigador, y que fueron determinantes para que su solicitud fuese promovida, en su segunda evaluación, a un nivel superior en el SNI, fueron las denominadas: AREA FINAL (área de conocimiento del SNI en donde se realizó su segunda evaluación) y NIVELPROM (nivel del SNI al cual fue promovido en su segunda evaluación). De manera simultánea, las variables explicativas, que hacen referencia a la producción científica, y que también resultaron determinantes para que la solicitud de un candidato a investigador fuese promovida a un nivel superior dentro del SNI, en su segunda evaluación, fueron: ARTICULOS (número de artículos producidos); CITAS (número de citas a sus publicaciones); POSDOC (número de estancias posdoctorales); INVITA (número de asistencias a congresos nacionales o internacionales); LIBROS (número de libros) y RESEÑAS (número de reseñas elaboradas).

En el mismo contexto, las variables explicativas denominadas GRADO (último grado académico reportado al SNI) y DISGRADO (disciplina académica asociada a dicho grado obtenido) parecieron tener una influencia media para que la solicitud de un candidato fuese promovida, en su segunda evaluación, a un nivel superior del SNI. Por su parte, las variables independientes con influencia media y asociadas a su producción científica fueron las denominadas: CAPLIBROS (número de capítulos de libros); GRUPOSDEINV (número de grupos de investigación a los que pertenece el investigador); LIBTRAD (número de libros traducidos); TESIS (número de tesis dirigidas); DISTINCIONES (número de distinciones obtenidas); MEMORIAS (número de memorias de congresos realizadas) y PATENTES (número de patentes registradas).

Las variables explicativas denominadas AREAINICIO (área de conocimiento del SNI donde se evaluó por primera vez su solicitud); PAIS DE GRADO (país donde se obtuvo el último grado académico); DISCSNI (disciplina asociada al área de conocimiento del SNI); EDO (ubicación geográfica en México) fueron aspectos asociados al candidato a investigador que mostraron poca influencia para que su solicitud fuese promovida dentro del SNI, en su segunda evaluación. Las variables asociadas a su producción científica, que mostraron poca influencia, fueron las denominadas DOCENCIA (número de cursos académicos impartidos) y ESTDEINV (número de estancias de investigación realizadas).

Finalmente, las variables explicativas asociadas al candidato a investigador que no mostraron influencia alguna para que su solicitud fuese promovida fueron: SEXO (sexo del candidato); EDAD (edad del candidato); INSTGRADO (institución en donde obtuvo el último grado académico); INSTADSC (institución de adscripción reportada al SNI). Por su parte, las variables explicativas denominadas DESTEC (número de desarrollos tecnológicos) y LIBEDIT (número de libros editados) resultaron ser aspectos de su producción científica que no mostraron ninguna influencia.

Con base en dichos resultados se realizó una agrupación de variables en donde se definieron tres niveles de influencia para que una solicitud de un candidato a investigador fuese promovida, en su segunda evaluación, a un nivel superior en el SNI. Las variables explicativas, involucradas en cada modelo logístico anual, agrupadas por nivel de influencia se muestran en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Agrupación de las variables estadísticamente significativas agrupadas por nivel de influencia, 1999-2003**

Variable	Evaluación					Nivel de influencia
	1999	2000	2001	2002	2003	
AREAFINAL	X	X	X	X	X	1
NIVELPROM	X	X	X	X	X	
ARTICULOS	X	X	X	X	X	
CITAS	X	X	X		X	
POSDOC		X	X	X	X	
INVITA		X	X	X	X	
LIBROS	X	X		X	X	
RESEÑAS		X	X	X	X	
GRADO	X	X	X			2
CAPLIBROS		X	X		X	
GRUPOSDEINV	X	X	X			
LIBTRAD		X	X	X		
TESIS	X	X	X			
DISCGRADO		X		X		
DISTINCIONES		X	X			
MEMORIAS	X		X			
PATENTES	X			X		
AREAINICIO			X			
PAISDEGRADO	X					3
DISCSNI				X		
EDO			X			
DOCENCIA		X				
ESTDEINV				X		
SEXO						
EDAD						
INSTGRADO						
INSTADSC						
DESTEC						
LIBEDIT						

Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse en el Cuadro 11, los aspectos que mayor influencia tuvieron en el periodo 1999-2003 para que una solicitud de este tipo de investigadores fuese promovida en su segunda evaluación a un nivel superior dentro del SNI resultaron ser, en su gran mayoría, aspectos asociados a la producción científica de

los últimos tres años. Es interesante observar que gran parte de las variables a considerar fueron de carácter cuantitativo. Tal pareciera que todo depende de la cantidad de producción científica de los últimos tres años para que un investigador de esta categoría pueda ser considerado para una promoción.

Por lo que respecta a la razón de apuestas (*odd ratio*), la cual es una relación entre probabilidades, y más en concreto, es la razón entre la probabilidad de que se produzca un suceso (promovido en nuestro caso) y la probabilidad de que no se produzca ese suceso (no promovido), se obtuvo que las variables explicativas EDAD, AREAINICIO y POSDOC incrementan la posibilidad de que un candidato a investigador sea promovido a un nivel superior del SNI en su segunda evaluación. Estas tres variables resultaron ser las que tuvieron una influencia positiva durante todo el periodo de estudio (Cuadro III del Anexo); esto implica, por una parte, que en la medida en que se incremente la edad<sup>13</sup> se incrementará la posibilidad de ser promovido a un nivel superior en su segunda evaluación, independientemente del año.

De la misma manera, el área del conocimiento del SNI en donde se evaluó por vez primera la solicitud de un candidato a investigador, tendrá más influencia para que dicha solicitud sea promovida a un nivel superior en su próxima evaluación. Por su parte, al incrementarse el número de estancias posdoctorales de un candidato se incrementará también la posibilidad de que su solicitud sea promovida a un nivel superior en el SNI, al momento de su segunda evaluación.

La razón de apuestas promedio (*odds ratios*) de los aspectos cuantitativos asociados a una solicitud de un candidato a investigador, durante el periodo de 1999 a 2003, para que fuese promovido a un nivel superior del SNI, en su segunda evaluación, fueron: artículos 0.99742; citas 1.00452; estancias posdoctorales 1.02279; libros 0.97377 y reseñas 1.07766.

Por otra parte, para el periodo de estudio 1999-2003, el ajuste de cada estimación anual se presenta en el Cuadro 12. En este cuadro se puede apreciar que, con base en el estadístico

R<sup>2</sup> de Cox y Snell, al transcurrir el tiempo las variables explicativas mostraron de forma conjunta una mayor representatividad, destacando dicho ajuste para la estimación del año 2002, la cual fue de casi 75 por ciento. Cabe mencionar que para la estimación del año 2003 se aprecia claramente un mejor agrupamiento de las variables independientes involucradas en el modelo, definiéndose tan sólo dos grupos.

Cuadro 12. Ajuste para cada estimación anual, 1999-2003

Estimación anual	R cuadrado de Cox y Snell
2003	0.74911816
2002	0.74968462
2001	0.71102285
2000	0.68621004
1999	0.68281237

Nota: Estadísticos obtenidos mediante Eviews 5.1.

No obstante, al realizar el cálculo del pseudo R<sup>2</sup> de McFadden (Cuadro IV del Anexo) se obtuvo que: para el año 1999 dicho estadístico fue de 0.381805; para 2000 fue de 0.414982; para 2001 de 0.300190; para 2002 de 0.320742 y finalmente para el año 2003 fue de 0.271725. Es importante mencionar que los valores del pseudo R<sup>2</sup> de Cox y Snell y McFadden son razonables, si bien deben tomarse con precaución dado que ninguno de ellos explica la varianza de manera análoga al coeficiente R<sup>2</sup> de la regresión lineal.

Respecto al análisis y validación de cada modelo logístico para el periodo 1999-2003, se utilizó el estadístico de razón de verosimilitud para contrastar la significancia global de cada modelo.<sup>14</sup> Para cada modelo logístico anual en el periodo de estudio antes mencionado, se obtuvo que las variables independientes

13 Se asume que al incrementarse la edad del investigador también se incrementa la experiencia para realizar trabajos de investigación, lo cual repercutirá en publicar mejor.

14 El estadístico de razón de verosimilitud ( $RV_0$ ) contrasta la significancia global de un modelo bajo la hipótesis nula  $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$  mediante el cálculo de  $RV_0 = -2[\ln L_0 - \ln L] \sim \chi^2_{k-1}$ . Donde  $\ln L_0$  es el logaritmo de la función de verosimilitud que se ha obtenido al estimar el modelo completo y  $\ln L$  es el logaritmo de la función de verosimilitud que se ha obtenido al estimar el modelo con sólo el término independiente.

involucradas resultaron ser, de manera conjunta, estadísticamente significativas (Cuadro IV del Anexo). Es decir, de manera conjunta las variables independientes involucradas en cada modelo logístico sirven para predecir si una solicitud de un candidato a investigador, en su segunda evaluación, puede ser promovida a un nivel superior del SNI.

Cabe mencionar que el porcentaje correcto del modelo para el año 1999 fue de 53.0 por ciento. Por su parte, para 2000 fue de 51.8 por ciento; para 2001 dicho porcentaje fue de 68.8 por ciento; en 2002 fue de 73.4 por ciento y para 2003 fue de 73.9 por ciento.

Para verificar la tendencia estructural del modelo logístico se llevó a cabo un contraste de hipótesis para los parámetros estimados de cada  $\beta_k$ , es decir, para cada modelo logístico anual del periodo 1999-2003 y para cada variable independiente se realizó la prueba de hipótesis  $H_0: \beta_k = \beta_m$  mediante el estadístico de prueba *t* de *Student*. Al llevar a cabo dichos contrastes de hipótesis, se encontró (ver Cuadro V del anexo) que no se sostiene la tendencia de los parámetros en el transcurso del tiempo, lo cual es un resultado lógico, ya que el hecho de involucrar el carácter subjetivo de las comisiones dictaminadoras (las cuales pueden no ser las mismas de un año para otro) hace que los parámetros no permanezcan estables conforme transcurre el tiempo.

## COMENTARIOS A MANERA DE CONCLUSIONES

¿Por qué al finalizar el siglo XX, el modelo universitario de los Estados Unidos de América difiere tanto de Centro y Suramérica? Hay diversas explicaciones, pero un rasgo muy evidente de nuestra historia universitaria, al menos en México, es la cada vez más reducida importancia que se le ha ido dando al factor financiero en cuanto a la fundación y desarrollo de centros educativos de nivel superior.

En el caso de México, se tiene la gran disyuntiva de que la inversión del gasto

federal que se destina para la educación superior es cada vez menor, por lo que las instituciones educativas se ven obligadas a optimizar sus recursos económicos, es decir, hacer más con menos.

Esto se aprecia mejor al consultar las bases de datos del ISI Web of Knowledge, ya que para el periodo 1996 a 2004 es claro que el número de artículos publicados por científicos mexicanos ha ido en aumento. Sin embargo, ese monto no refleja aún el impacto deseado en el contexto internacional, ya que para el año 2004 tan sólo representaron el 0.8 por ciento de la producción mundial de artículos publicados en el ISI. Por otra parte, para el quinquenio 2000-2004 el factor de impacto y el promedio de citas por artículo publicado atribuidos a México resultaron ser comparables con los de Brasil y Corea. Esto indica, sin lugar a dudas, que la estrategia a seguir es publicar poco, pero hacerlo con calidad.

Más allá de considerar la pertenencia al SNI como un ingreso económico, que en algunos casos representa hasta el 50 por ciento del sueldo de un investigador en México, es sinónimo de calidad y prestigio. No es sencillo acceder a esta élite de investigación, sin embargo, aquéllos que lo logran deben de batallar primero por ingresar y segundo por permanecer en ella. Hoy en día no se sabe cuál de las dos batallas es la más apremiante, pero a pesar de ello, en el año 2003 uno de cada tres investigadores en equivalente de tiempo completo de México pertenecía al SNI.

Es cierto que “el principal logro del SNI ha sido promover la productividad de los investigadores, de tal manera que, tanto en términos generales como por individuo se ha incrementado el número de productos de investigación” (Serra, 2005); pero también es cierto que cantidad no es sinónimo de calidad. Por este motivo, el SNI tiene un gran reto en el corto plazo: anteponer la calidad a la cantidad.

En México históricamente las asignaciones de apoyos para realizar estudios de posgrado en instituciones extranjeras han

presentado una pendiente negativa, debido principalmente al peso de la política de fortalecimiento de los programas nacionales de posgrado. Sin embargo, difícilmente los apoyos para realizar estudios en el extranjero son equiparables a los apoyos nacionales,<sup>15</sup> por ello el SNI está integrado en su gran mayoría por investigadores que realizaron sus estudios de posgrado en instituciones nacionales, destacando por mucho las instituciones públicas.

En este trabajo se identificaron tres aspectos en cuanto a la producción científica se refiere, los cuales definen la aprobación de una solicitud de nuevo ingreso como candidato a investigador, en orden de participación: invitaciones a congresos, artículos y distinciones recibidas. Para esta categoría de investigadores, relativamente jóvenes, se apreció una cierta dependencia respecto de los países a donde se envían la mayoría de sus contribuciones científicas, los cuales resultaron ser México y Estados Unidos de América.

Las comisiones dictaminadoras innegablemente favorecen la permanencia en el SNI; no obstante, tan sólo la mitad de los candidatos a investigador que consiguieron permanecer dentro del Sistema fueron promovidos a un nivel superior en su segunda evaluación. El candidato a investigador que pertenece al SNI y desea renovar su solicitud en su segunda evaluación es más probable que obtenga un año más con ese nombramiento; muy poco probable que sea promovido a investigador nacional nivel I, y casi imposible que sea promovido a investigador nacional nivel II. Por lo que respecta a los candidatos promovidos en su segunda evaluación, el área del conocimiento del SNI que favoreció más dicha promoción fue la denominada Sociales, mientras que al mismo tiempo fue más difícil conseguir una promoción en las denominadas Biología y Química.

Es importante mencionar que del total de candidatos a investigador promovidos en su

segunda evaluación, aquellos que realizaron sus estudios de posgrado en instituciones de Canadá obtuvieron el mayor porcentaje relativo (50.0 por ciento) de solicitudes promovidas a un nivel superior en el SNI, por lo que sin lugar a dudas se deberían de buscar los medios y condiciones necesarias para fortalecer e implementar los convenios existentes con las universidades de ese país, así como definir mecanismos para motivar a los becarios a que realicen allí sus estudios de posgrado.

De manera general se puede decir que lo único diferente entre un candidato a investigador promovido (en su segunda evaluación) de un investigador nacional que siempre tuvo el nivel I, es que el segundo presentó para el periodo 1999-2003 un mayor promedio de libros editados y desarrollos tecnológicos.

Los aspectos concluyentes para que una solicitud de un candidato a investigador fuese promovida, en su segunda evaluación, a un nivel superior dentro del SNI resultaron ser, en su gran mayoría, aspectos asociados a su producción científica de los últimos tres años, lo cual implica que, al menos en el sentido cuantitativo, al aumentar la producción científica de dichos aspectos en particular, mayor será la posibilidad de ser promovido a un nivel superior en el Sistema. Por su parte, y desde el punto de vista cualitativo, el área donde se evalúe la solicitud de un candidato será determinante para asignar el nivel de promoción. Estos resultados excluyen definitivamente aspectos tales como el sexo (es decir, en el SNI existe equidad de género), la edad, la institución (y en consecuencia el país, la dependencia y nombre del programa) en donde los candidatos obtuvieron su último grado académico.

Con este trabajo de investigación se mostraron las evaluaciones internas del SNI desde la perspectiva tanto del solicitante como de las comisiones dictaminadoras para el periodo 1996-2003. Gracias a que por una parte se presentan resultados que ayudan a valorar o

15 Hasta el año 2005, otorgar una beca para realizar estudios de posgrado en el extranjero, conllevaba invertir en promedio más de tres veces que en una beca para realizar estudios de posgrado en el país.

a revalorar los criterios internos de selección del SNI, y por otra parte se muestra el perfil para la categoría denominada candidato a investigador, fue posible proporcionar dos escenarios: los aspectos más sobresalientes de la producción científica para este tipo de recursos humanos que ingresan con dicho nombramiento, por primera y única vez al SNI, y la probabilidad de éxito que dichos recursos humanos, considerados de alto rendimiento, tienen dentro de esta élite de investigación.

En este trabajo se estimó un modelo de probabilidad validado tanto en su coherencia como en su tendencia estructural. La principal contribución de este trabajo fue presentar, para el periodo 1999-2003, las variables que inciden directamente para que un investigador de nuevo ingreso denominado “candidato

a investigador” sea o no sea promovido a un nivel superior dentro de una élite de investigación en México denominada Sistema Nacional de Investigadores. Estas variables son mostradas primero al momento de su ingreso al SNI y segundo, al transitar por su primera renovación (segunda evaluación) en dicho Sistema.

Los trabajos a futuro, por una parte, están orientados obligadamente a conocer el perfil, desde el punto de vista cualitativo, de todos los niveles que integran el SNI, y por la otra, a continuar con los estudios sobre los investigadores, relativamente jóvenes, que ingresan a esta élite de investigación en México, porque el día de mañana serán ellos los que decidirán quién ingresará y quién no a ese selecto grupo de investigadores.

## REFERENCIAS

- AUDRETSCH, David B. y Max Keilbach (2004), “¿Does Entrepreneurship Capital Matter?”, *Entrepreneurship: Theory & Practice*, vol. V, núm. 28, pp. 419-429.
- BRAMBILA, C. y F. Veloso, F. (2005), *The Determinants of Research Productivity: A Study of Mexican Researchers*, Pittsburgh, PA, Carnegie Mellon University-Department of Engineering and Public Policy, Forthcoming at Research Policy.
- CONACYT (2004), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2004*, México.
- CONACYT (2006), *Criterios internos de evaluación del Sistema Nacional de Investigadores*, México, en: [www.conacyt.mx](http://www.conacyt.mx)
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006)*, México.
- KRUEGER, A. (1990), *Perspectives on Trade and Development*, University of Chicago Press.
- LUCAS, Robert (1988), “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, núm. 22, pp. 3-42.
- ROMER, Paul (1986), “Increasing Returns and Long Run Growth”, *Journal of Political Economy*, vol. V, núm. 94, pp. 1002-1037.
- ROMER, Paul (1990), “¿Are Nonconvexities Important for Understanding Growth?”, *American Economic Review*, vol. II, núm. 80, pp. 97-103.
- SCHULTZ, T. (1961), “Investment in Human Capital”, *American Economic Review*, núm. 51.
- SERRA Puche, Mari Carmen (2005), “Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación”, México, Foro Consultivo Científico y Tecnológico/Academia Mexicana de Ciencias.
- VELOSO, F., C. Brambila y G. Reyes (2006), *La ciencia mexicana en el contexto global. Un estudio de la Carnegie Mellon University y del ITAM*, México, ITAM.
- WINSTON, Clifford y Martin N. Baily, *Brookings Papers on Economic Activity*, Washington, D.C., Brookings Institution Press.
- ZUBIETA, J. y R. Rueda (1998), *La ciencia y la tecnología en el México del mañana: ¿habrá con quién?*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Sociales.

## ANEXO

Cuadro I. Estimación<sup>1</sup> de los parámetros  $\beta_k$  mediante un modelo *logit*, para el periodo 1999-2003

Parámetro	1999	2000	2001	2002	2003	
SEXO	-0,09765352	-0,05460318	-0,03121700	-0,01196769	-0,00777271	
EDAD	0,01761669	0,00554750	0,00739594	0,01007533	0,01049306	
AREAINICIO	0,01264226	0,02181554	0,02535491	0,00600269	0,01259064	
AREAFINAL	0,00297773	-0,01127394	-0,01799031	-0,01333265	-0,01942030	
GRADO	0,02710215	-0,01919247	-0,0040891	0,03533430	0,00859376	
PAISDEGRADO	-0,01045102	-0,00707482	-0,00519602	-0,01919222	0,01031840	
INSTGRADO	0,04762272	0,04059442	0,03648823	-0,02085577	0,0499E654	
DISCGRADO	0,00015278	0,00026559	2,3364E-05	-3,8913E-05	-3,1775E-05	
DISCSNI	-0,00049465	-0,00327801	-0,00033332	-0,00051536	0,00048266	
INSTADSC	-0,0164251	-0,06112530	-0,03588645	-0,03213302	-0,03831295	
EDO	0,07829174	0,09569501	0,04402196	0,00167971	-0,01692178	
ARTICULOS	-0,01436288	-0,00356859	0,00210899	0,00327934	-0,00049523	
CAPLIBROS	-0,08089081	-0,00495877	0,00107417	-0,00652907	-0,00858533	
CITASEN	0,00161719	0,00059366	0,01899440	0,00143201	-0,00021072	
DESTEC	0,03950387	-0,02298950	0,00596377	-0,00055383	0,08780710	
DISTINCIONES	0,00254113	0,00653254	-0,00356858	-0,01556968	-0,01779195	
ESTDEINV	0,03493908	-0,04749765	-0,02070446	-0,02716017	-0,00772758	
POSDOC	0,05185596	0,00082219	0,02313307	0,03150482	0,00447838	
GRUPOSDEINV	0,01098016	0,00312435	-0,00409974	-0,00824977	0,00526598	
LIBROS	-0,11291188	-0,01649531	0,00706352	-0,00202178	-0,01319406	
LIBEDIT	0,11380690	-0,07676788	0,02419021	-0,00910989	-0,03572924	
MEMORIAS	-0,01752051	0,00290341	-0,00158505	0,00333791	0,00701466	
PATENTES	0,12898523	-0,10027865	-0,02526827	0,11319773	-0,01452050	
RESEÑAS	0,35963273	-0,02969714	-0,01950596	-0,00191865	0,00596832	
TESIS	0,01271823	0,00353893	-0,00246513	0,00092225	0,00695402	
Intersección (b)	0					
	0	-31,2050071	-24,3590767	-29,1814003	-35,8450973	-31,4158541
	1	-36,2983403	-29,4013274	-32,9350469	-43,0005808	-36,8645173
	2	-10,3956649	-9,89846227	-10,1169892	-10,2065937	-10,3050077
	3					-10,2242382

a Modelo LOGIT:  $\text{LOG}(p/(1-p)) = \text{Intersección} + \text{BX}$

(b) Corresponde a la variable de agrupación NIVELPROM

Para NIVELPROM:

0 No fue promovido en su segunda evaluación.

1 Le otorgaron de nueva cuenta el mismo nombramiento, es decir, candidato a investigador.

2 Candidato a investigador promovido al nivel I.

3 Candidato a investigador promovido al nivel II.

Las variables DOCENCIA y LIBTRAD fueron omitidas al presentar valores constantes para algunos años, lo cual no pudo facilitar el cálculo y convergencia de los parámetros estimados. Por su parte, la variable INVITA fue omitida por presentar una alta correlación (0.65321) con la variable ARTICULOS, dejándose esta última por considerarse más representativa para el modelo.

1 La estimación anual de cada modelo *logit* se realizó mediante el paquete estadístico SPSS en su versión 16.0 para Windows.

**Cuadro II. Significancia, al 90 por ciento de confianza, de las variables independientes, por año, mediante el estadístico de Wald. Se utilizó el paquete estadístico SPSS en su versión 16.0 para Windows**

Variable	1999			2000			2001			2002			2003		
	Wald	gl	Sig.	Wald	gl	Sig.	Wald	gl	Sig.	Wald	gl	Sig.	Wald	gl	Sig.
SEXO	2,145439577	1	0,14299407448	2,360961737	1	0,12440547173	1,708241236	1	0,1912137202	1,58431673	1	0,2081399975	0,410089305	1	0,5219241813
EDAD	0,991594218	1	0,31935304569	0,532931067	1	0,46537717800	0,722944986	1	0,3951795963	1,890976427	1	0,1690918315	0,580873384	1	0,4459701859
AREAINICIO	3,039793341	1	0,08124625968	2,092138454	1	0,14805869553	6,21543822	1	0,0126641001	0,153776349	1	0,6949523530	3,569061681	1	0,0588655650
AREAFINAL	24,50733463	1	0,00000074026	23,42225606	1	0,00000130065	48,36000113	1	0,0000000000	66,44544097	1	0,0000000000	7,521899266	1	0,0060953381
NIVELPROM	191,7608089	1	0,00000000000	236,0233748	1	0,00000000000	379,5781618	1	0,0000000000	274,5122225	1	0,0000000000	185,6938956	1	0,0000000000
GRADO	13,64472029	1	0,00022086149	15,64661843	1	0,00007634898	8,830532797	1	0,0029623189	0,616294309	1	0,4324276866	1,345077938	1	0,2461404450
PAISDEGRADO	5,875818765	1	0,01535023262	2,637692619	1	0,10435500611	2,201483342	1	0,1378780036	2,378032829	1	0,1230524131	0,022670038	1	0,8803183003
INSTGRADO	2,029653965	1	0,15425572524	0,757186904	1	0,38421031006	1,565336874	1	0,2108855070	0,705288267	1	0,4010124448	0,472243841	1	0,4919567037
DISCGRADO	0,014232483	1	0,90503770670	4,226726456	1	0,03979211754	1,562235091	1	0,2113382598	6,39334869	1	0,0114548735	0,207979143	1	0,6483559625
DISCSNI	0,212942263	1	0,64447099802	0,34693763	1	0,55585180387	0,101396292	1	0,7501604201	8,698477871	1	0,0031847588	0,109290088	1	0,7409538128
INSTADSC	1,068542459	1	0,30127490194	0,139658108	1	0,70862113566	1,375140055	1	0,2409307105	2,105600502	1	0,1467607187	1,883410023	1	0,1699470820
EDO	0,65748914	1	0,41744777316	0,978411229	1	0,32259136326	10,76743638	1	0,0010330149	3,114249424	1	0,0776102284	1,131199365	1	0,2875196566
ARTICULOS	38,6999423	1	0,00000000049	64,25373635	1	0,00000000000	89,93491475	1	0,0000000000	9,375489291	1	0,0021990600	13,6713333	1	0,0002177533
CAPLIBROS	1,38547803	1	0,23917023898	5,267563037	1	0,02172640769	8,564397021	1	0,0034280049	0,375010817	1	0,5402855324	11,63801774	1	0,0006461743
CITAS	10,51673253	1	0,00118298469	21,61596222	1	0,00000333068	47,66419238	1	0,0000000000	3,175100551	1	0,0747686097	16,40807322	1	0,0000510673
DESTEC	1,318446812	1	0,25087098963	0,392358648	1	0,53106219467	1,484073104	1	0,2231383331	0,230527374	1	0,6311330643	2,302678121	1	0,1291511448
DISTINCIONES	2,444616095	1	0,11792873405	8,768816261	1	0,0030624254	14,15497172	1	0,0001683516	0,234508245	1	0,6282009957	0,124017621	1	0,7247172561
DOGENCIA			4,857407487			0,02752767099			1,076805447		0,2994133001				
ESTDEINV	2,33512263	1	0,12648502938	0,386626051	1	0,53407824551	0,014907079	1	0,9028241393	5,719711623	1	0,0167754855	1,280145353	1	0,2578720111
POSTDOC	3,198450628	1	0,07370806771	19,62581263	1	0,00000941881	10,94639613	1	0,0009378585	5,134264642	1	0,0234580224	4,66353883	1	0,0308096285
GRUPOSEINV	9,577722276	1	0,00196952598	12,85463446	1	0,00033664446	11,44238841	1	0,0007178746	0,998062706	1	0,317797307	0,058909791	1	0,8082274321
INVITA			15,87360709			0,00006771651	46,04737671	1	0,0000000000	6,291599831	1	0,0121311504	6,031389986	1	0,0140536622
LIBROS	4,009211142	1	0,04525231894	8,52751075	1	0,00349817823	3,321892149	1	0,0683631003	9,246304618	1	0,0023597112	3,862396162	1	0,0493797589

LIBEDIT	0,084601563	1	0,77115573457	0,831656514	1	0,36179396768	0,004400423	1	0,9466326848	2,655391742	1	0,1031993299	0,210935583	1	0,6460350898
LIBTRAD	0,162570937	1	0,68680046374	3,91601602	1	0,04782809683	5,514884661	1	0,0188553165	3,875303669	1	0,0490014447			
MEMORIAS	12,11271226	1	0,00050079241	1,438910425	1	0,23031573882	10,58302005	1	0,0011413057	0,810035345	1	0,3681098011	1,062358822	1	0,3026755328
PATENTES	6,633968742	1	0,01000521005	0,03288824	1	0,85609195967	0,477178309	1	0,4897032144	5,305451807	1	0,0212587853	0,228952455	1	0,6323016574
RESENAS	1,408045939	1	0,23538104946	11,01689189	1	0,00090285330	5,860122341	1	0,0154877175	5,583452896	1	0,0181309416	4,896297241	1	0,0269143456
TESIS	5,185428758	1	0,02277705171	7,057237435	1	0,00789456451	14,76894239	1	0,0001215206	1,644411595	1	0,1997212528	2,995041577	1	0,0835197688

La significancia de las variables independientes se realizó utilizando el estadístico de Wald, que es justamente el cuadrado del estadístico  $t$ , y que tiene, por tanto, una distribución asintótica de una Chi-cuadrada con un grado de libertad. Con este estadístico se contrasta la hipótesis nula  $H_0: \beta_k = 0$ . Por lo que la variable explicativa será estadísticamente significativa si el nivel de significancia es menor a 0.05 (dos colas), es decir, no se acepta la hipótesis nula de que  $\beta_k = 0$  al 90 por ciento de confianza.

Cuadro III. Razones de las apuestas (*odds ratios*) para cada año

Parámetro	1999	2000	2001	2002	2003
SEXO	0,90696	0,94686	0,96927	0,98810	0,99226
EDAD	1,01777	1,00556	1,00742	1,01013	1,01055
AREAINICIO	1,01272	1,02206	1,02568	1,00683	1,01267
AREAFINAL	1,00298	0,98879	0,98217	0,98676	0,98077
GRADO	1,02747	0,98099	0,99592	1,03602	1,00863
PAISDEGRADO	0,98960	0,99295	0,99482	0,98099	1,01037
INSTGRADO	1,04877	1,04143	1,03716	0,97936	1,05126
DISCGRADO	1,00015	1,00027	1,00002	0,99996	0,99997
DISCSNI	0,99951	0,99673	0,99967	0,99948	1,00048
INSTADSC	0,98371	0,94071	0,96475	0,96838	0,96241
EDO	1,08144	1,10042	1,04501	1,00168	0,98322
ARTICULOS	0,98574	0,99644	1,00211	1,00328	0,99950
CAPLIBROS	0,92229	0,99505	1,00107	0,99349	0,99145
CITAS	1,00162	1,00059	1,01918	1,00143	0,99979
DESTEC	1,04029	0,97727	1,00598	0,99945	1,09178
DISTINCIONES	1,00254	1,00655	0,99644	0,98455	0,98237
ESTDEINV	1,03556	0,95361	0,97951	0,97321	0,99230
POSDOC	1,05322	1,00082	1,02340	1,03201	1,00449
GRUPOSDEINV	1,01104	1,00816	0,99591	0,99178	1,00528
LIBROS	0,89323	0,98364	1,00709	0,99798	0,98689
LIBEDIT	1,12054	0,92610	1,02449	0,99093	0,96490
MEMORIAS	0,98263	1,00291	0,99842	1,00334	1,00704
PATENTES	1,13767	0,90459	0,97505	1,11985	0,98558
RESEÑAS	1,43280	0,97074	0,98068	0,99800	1,00599
TESIS	1,01280	1,00355	0,99754	1,00092	1,00698

Dado que la expresión “logaritmo de la razón de apuestas” no tiene un significado intuitivo, se utilizó en su lugar la razón de apuestas, la cual viene dada por la siguiente expresión:

$$R_{A_i} = \frac{P_i}{1 - P_i} = e^{Z_i}$$

Ahora bien, si se deriva la razón de apuestas con respecto a cada  $X_{ki}$  se obtiene que:

$$\frac{\partial R_{A_i}}{\partial X_{ki}} = e^{\beta_k}$$

La expresión anterior nos indica cómo la razón de apuestas de observar  $Y_i=1$  cambia ante un incremento unitario en la variable  $X_{ki}$ . De esta manera, cuando  $e^{\beta_k} > 1$ , la variable  $X_{ki}$  incrementa la razón de apuestas de observar  $Y_i=1$ ; cuando  $e^{\beta_k} < 1$ , ocurre todo lo contrario.

Cuadro IV. Estadísticos para cada modelo logístico durante el periodo de 1999 a 2003

Estimación para 1999			
Mean dependent var	0.261029	S.D. dependent var	0.440006
S.E. of regression	0.358733	Akaike info criterion	0.901026
Sum squared resid	31.657570	Schwarz criterion	1.245698
Log likelihood	-96.539490	Hannan-Quinn criter.	1.039400
Restr. log likelihood	-156.163600	Avg. log likelihood	-0.354925
LR statistic (25 df)	119.248200	McFadden R-squared	0.381805
Probability (LR stat)	3.01 E-14		
Obs with Dep =0	201	Total obs	272
Obs with Dep =1	71		
Estimación para 2000			
Mean dependent var	0.266272	S.D. dependent var	0.442664
S.E. of regression	0.340753	Akaike info criterion	0.831900
Sum squared resid	36.227110	Schwarz criterion	1.125980
Log likelihood	-114.591100	Hannan-Quinn criter.	0.949104
Restr. log likelihood	-195.876300	Avg. log likelihood	-0.339027
LR statistic (25 df)	162.570400	McFadden R-squared	0.414982
Probability (LR stat)	0.000000		
Obs with Dep =0	248	Total obs	338
Obs with Dep =1	90		
Estimación para 2001			
Mean dependent var	0.312016	S.D. dependent var	0.463766
S.E. of regression	0.388838	Akaike info criterion	0.969524
Sum squared resid	74.085380	Schwarz criterion	1.183475
Log likelihood	-224.137100	Hannan-Quinn criter.	1.053364
Restr. log likelihood	-320.283200	Avg. log likelihood	-0.434374
LR statistic (25 df)	192.292100	McFadden R-squared	0.300191
Probability (LR stat)	0.000000		
Obs with Dep =0	355	Total obs	516
Obs with Dep =1	161		

Cuadro IV. Estadísticos para cada modelo logístico durante el periodo de 1999 a 2003

(continuación)

Estimación para 2002			
Mean dependent var	0.482249	S.D. dependent var	0.500426
S.E. of regression	0.409900	Akaike info criterion	1.094641
Sum squared resid	52.421650	Schwarz criterion	1.388721
Log likelihood	-158.994300	Hannan-Quinn criter.	1.211844
Restr. log likelihood	-234.070700	Avg. log likelihood	-0.470397
LR statistic (25 df)	150.152800	McFadden R-squared	0.320742
Probability (LR stat)	0.000000		
Obs with Dep =0	175	Total obs	338
Obs with Dep =1	163		
Estimación para 2003			
Mean dependent var	0.470339	S.D. dependent var	0.500180
S.E. of regression	0.431458	Akaike info criterion	1.227377
Sum squared resid	39.092690	Schwarz criterion	1.608986
Log likelihood	-118.830500	Hannan-Quinn criter.	1.381207
Restr. log likelihood	-163.167200	Avg. log likelihood	-0.503519
LR statistic (25 df)	88.673470	McFadden R-squared	0.271726
Probability (LR stat)	4.70E-09		
Obs with Dep =0	125	Total obs	236
Obs with Dep =1	111		

El cálculo de los estadísticos se realizó mediante el paquete econométrico *Eviews* en su versión 5.1 para Windows.

**Cuadro V. Resultados de la prueba de hipótesis para verificar la tendencia estructural del modelo logístico**

Para cada año y para cada variable se realizó la prueba de hipótesis  $H_0: \hat{\beta}_k = \hat{\beta}_m$ , mediante el estadístico de prueba  $t$  de Student. Por ejemplo, en la columna 1999-2000 se calculó la igualdad de los  $\beta_k$  mediante el estadístico  $t^* = \frac{\hat{\beta}_k - \hat{\beta}_m}{est(\hat{\beta}_k)}$  el cual se distribuye, para muestras grandes, como una  $t$  de Student con  $n-k$  grados de libertad y a un nivel predeterminado de significancia.

VARIABLE	1999-2000	1999-2001	1999-2002	1999-2003	2000-2001	2000-2002	2000-2003	2001-2002	2001-2003	2002 - 2003
SEXO	-0,132268	-0,204120	0,263262	-0,276151	-0,080227	-0,146263	-0,160654	-0,101040	-0,123059	-0,024083
EDAD	0,291131	0,246543	0,181911	0,171835	-0,047938	-0,117427	-0,128261	-0,116519	-0,134685	-0,022474
AREAINICIO	-0,030919	-0,042848	0,019682	0,000174	-0,013855	0,058767	0,036111	0,133955	0,092163	-0,064923
AREAFINAL	0,100035	0,147178	0,114485	0,157216	0,050577	0,015503	0,061346	-0,068130	0,020917	0,068974
GRADO	0,041705	0,028099	-0,007461	0,016673	-0,080458	-0,290738	-0,148021	-0,319767	-0,102742	0,255200
PAISDEGRADO	-0,034585	-0,053831	0,089544	-0,212759	-0,020064	0,129407	-0,185750	0,227616	-0,252307	-0,538001
INSTGRADO	0,014236	0,022601	0,139002	0,004798	0,011566	0,173089	-0,026455	0,258611	-0,060875	-0,364108
DISCGRADO	-0,128059	0,146919	0,217619	0,209515	0,229922	0,289038	0,282261	0,088957	0,078760	-0,10527
DISCSNI	0,243847	-0,014135	0,001814	-0,085621	-0,253150	-0,237500	-0,323298	0,020860	-0,093499	-0,116233
INSTADSC	0,049811	0,021686	0,017503	0,024390	0,039227	-0,045060	-0,035455	-0,009759	0,006309	0,015805
EDO	-0,058287	0,114776	0,256587	0,318887	0,190538	0,346671	0,415262	0,234414	0,337395	0,105548
ARTICULOS	-0,263966	-0,402806	-0,431423	-0,339122	-0,171327	-0,206643	-0,092742	-0,061112	0,135985	0,117173
CAPLIBROS	-0,728228	-0,786087	-0,713168	-0,693447	-0,070559	0,018366	0,042415	0,136635	0,173588	0,023476
CITAS	0,142506	-2,419437	0,025783	0,254501	-3,081218	-0,140381	0,134695	0,086152	0,094210	0,144459
DESTEC	0,363279	0,194971	0,232859	-0,280791	-0,189377	-0,146747	0,724695	0,047326	-0,594288	-0,484316
DISTINCIONES	-0,058813	0,090026	0,266860	0,299605	0,189263	0,414126	0,455765	0,354324	0,419936	0,034866
ESTDEINV	0,128397	0,086666	0,096721	0,066454	-0,065032	-0,049363	-0,096529	0,023826	-0,047893	-0,062826
POSDOC	0,268939	0,151364	0,107247	0,249671	-0,142386	-0,195814	-0,023333	-0,086479	0,192699	0,158323
GRUPOSDEINV	0,019975	0,105477	0,134504	0,039968	0,099372	0,133109	0,023236	0,068486	-0,154558	-0,098483
LIBROS	-0,437347	-0,544210	-0,502999	-0,452321	-0,114189	-0,070153	-0,016001	0,066856	0,149070	0,075357
LIBEDIT	0,489460	0,230166	0,315692	0,384059	-0,261013	-0,174920	-0,106100	0,201014	0,361700	0,046387
MEMORIAS	-0,668083	-0,521262	-0,682296	0,802565	0,093596	-0,009060	-0,085730	-0,317662	-0,554911	-0,105561
PATENTES	0,761775	0,512538	0,052457	0,476826	-0,115338	-0,328248	-0,131864	0,246361	-0,019123	0,382021
RESEÑAS	1,623921	1,581413	1,508055	1,475158	-0,049282	-0,134330	-0,172470	-0,133778	-0,193770	-0,057981
TESIS	0,211165	0,349285	0,271360	0,132603	0,117848	0,051361	-0,067032	-0,158836	-0,441670	-0,171057

El valor en tablas del estadístico  $t$  para un nivel de significancia de 0.025 (dos colas) y para muestras mayores a 120 observaciones fue de 1.960, por lo que la regla de decisión será la siguiente: aceptar  $H_0: \hat{\beta}_k = \hat{\beta}_m$  cuando  $|t^*| > t_{n-k}^{\alpha}$ , con  $n-k$  grados de libertad. Donde  $n$  es igual al número de observaciones y  $k$  es el número de parámetros estimados.