
PATRONES DE MOVILIDAD DE LOS FÍSICOS MEXICANOS EN EL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES

LEOBARDO EDUARDO CONTRERAS GÓMEZ,
RAFAEL BAQUERO PARRA, EDUARDO ROBLES BELMONT y
MIGUEL ÁNGEL PÉREZ ANGÓN

RESUMEN

A treinta años de creación, el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) ha asumido roles más importantes que el solo proporcionar un complemento salarial, pues a la fecha tiene influencia en los valores éticos y en el desarrollo de la profesión científica, así como en la productividad de los investigadores en México. El presente trabajo analiza la movilidad de la Física en México dentro del SNI. Para lograr dicho objetivo se generaron indicadores sobre la movilidad y nivel de

endogamia estatal que presenta esta área del saber dentro del SNI, así como la conformación actual de este gremio por especialidades, instituciones de egreso, estados de adscripción, género, intervalos de edad y nivel dentro del sistema. Entre los resultados encontramos que los físicos mexicanos constituyen un gremio científico que ha contribuido de manera significativa al proceso de descentralización de la actividad científica mexicana.

La celebración de los 30 años del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) proporciona una oportunidad para analizar el desarrollo que la ciencia y la tecnología han tenido en México. En este contexto, el presente trabajo presenta un panorama de la física mexicana y la movilidad de esta comunidad dentro del SNI. Se eligió mostrar este panorama debido a que en sus inicios dicho sistema tenía como principal objetivo fortalecer y alentar a las comunidades científicas en el desarrollo de sus actividades de investigación.

Diversos trabajos académicos se han centrado en estudiar el desarrollo de la física en México desde

diversos enfoques y dimensiones. En particular, se ha analizado la composición, el desarrollo y crecimiento de esta área del conocimiento con base en el número de estudiantes en física, número de programas de posgrados en física, escuelas que imparten estudios en física y diversos indicadores bibliométricos de esta área (Pérez y Torres, 1998; Menchaca, 2000; Collazo *et al.*, 2010). En particular se determinó el crecimiento que este gremio ha tenido en el país, la descentralización de esta área del conocimiento desde 1980 al presente, los artículos y el número de citas por categoría que ha generado este gremio científico en las principales bases de datos de revistas de corriente principal.

En este trabajo presentamos los resultados de un estudio sobre el panorama actual y la movilidad de la física en México con base en el análisis de datos de los investigadores adscritos al SNI. Los datos conciernen a los investigadores adscritos en el año 2013 y los resultados nos muestran un panorama constituido con datos diferentes a los bibliométricos, concentrándose en el análisis, composición y movilidad de los integrantes de este gremio.

Hay que hacer el señalamiento que es la primera vez que se muestra la movilidad que tiene el gremio de la física mexicana analizándola desde las variables de lugar de obtención de

PALABRAS CLAVE / Física / Física en México / Sistema Nacional de Investigadores / SNI /

Recibido: 13/05/2015. Modificado: 06/07/2015. Aceptado: 09/07/2015.

Leobardo Eduardo Contreras Gómez. Estudiante del Doctorado en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), México. Dirección: Cinvestav-IPN, Apartado Postal 14-740, 07000 México, D.F., México. e-mail: lcontreras@cinvestav.mx

Rafael Baquero Parra. Doctor en Ciencias Físicas, Cinvestav-IPN, México. Investigador, Cinvestav-IPN, México. e-mail: rbaquero@fis.cinvestav.mx

Eduardo Robles Belmont. Doctor en Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Investigador, UNAM, México. e-mail: roblesbelmont@yahoo.fr

Miguel Ángel Pérez Angón. Doctor en Ciencias Físicas, Cinvestav-IPN, México. Investigador, Cinvestav-IPN, México. e-mail: mperez@fis.cinvestav.mx

doctorado nacional o internacional y lugar de adscripción a nivel nacional e internacional. Decidimos concentrar este análisis en uno de los grupos de científicos mexicanos que ha tenido una alta tasa de crecimiento, tanto en su planta académica como en su producción científica, y debido a que es uno de los gremios científicos mexicanos que ha contribuido de manera sobresaliente al proceso de la descentralización de la ciencia mexicana (Atlas, 2014).

Metodología

La investigación realizada parte de un enfoque cuantitativo donde se consultaron las bases de datos del SNI del último año en que se tiene información, el 2013. En dicha base se identificó a los investigadores pertenecientes al campo de la física a través de las 17 disciplinas que componen esta área del conocimiento. Además, se revisó la literatura sobre la historia del SNI y de la instauración de los programas de doctorado de física en México. Los datos fueron tratados con el apoyo de las herramientas informáticas de Access y Excel.

Como resultado del estudio se presentan: la conformación del universo de investigadores de la física pertenecientes al SNI, el lugar donde los investigadores pertenecientes al SNI realizaron sus estudios de doctorado en México o en el extranjero, el estado mexicano de adscripción de los físicos pertenecientes al SNI, la integración de este campo del conocimiento por especialidades y la distribución de género en los niveles del SNI y sus edades. Como principal resultado se generó una serie de matrices que muestra la movilidad de los investigadores adscritos al SNI entre el lugar donde realizaron sus estudios de doctorado y el lugar de adscripción a nivel nacional e internacional. Por último, se generó un índice de endogamia estatal, el cual se obtiene al dividir el número de investigadores que obtuvieron su doctorado en instituciones locales entre el número total de investigadores en dicha entidad federativa.

El Sistema Nacional de Investigadores

El SNI fue concebido como un instrumento de política pública que consistía en un apoyo económico a los investigadores de tiempo completo del país, quienes en ese entonces (1983) pensaban en emigrar o se veían en la necesidad de tener más de un trabajo para poder hacer frente a sus responsabilidades financieras (Sarukhán, 2005).

Los objetivos originales del SNI eran seis: 1) Fomentar el desarrollo científico y tecnológico del país

fortaleciendo la investigación en cualquiera de sus ramas y especialidades. 2) Incrementar el número de investigadores en activo de tiempo completo con que cuenta el país, elevando su nivel profesional. 3) Estimular la eficiencia y calidad de la investigación. 4) Promover la investigación que se realice en el sector público del país. 5) Apoyar la formación de grupos de investigación en las entidades federativas del país. 6) Contribuir a la integración de sistemas nacionales de información científica y tecnológica por disciplina.

El decreto de creación del SNI señalaba en su artículo segundo que podrían participar en el sistema solo los investigadores de tiempo completo de instituciones de educación superior y de investigación del sector público (Diario Oficial, 1984). También, estipulaba que el sistema tendría dos categorías: la primera que contaría con tres niveles y que estaría destinada a estimular a los investigadores activos; y la segunda que contaría solo con un nivel, que tendría por objetivo el estimular a quienes iniciaban su carrera de investigación (Diario Oficial, 1984, Artículo 14).

Estas características permitieron que al momento de la instauración del sistema, en su primer año de vigencia (1984), estuviese conformado por 1396 investigadores distribuidos así: 212 candidatos a investigadores, 797 investigadores pertenecientes al nivel uno, 263 investigadores en el nivel dos y 124 investigadores en el nivel tres (Méndez, 2005).

En 2013 (las cifras más recientes) el sistema se conforma por 19746 investigadores, de los cuales 3712 son candidatos, 10757 son nivel uno, 3576 son nivel dos y 1701 son nivel tres. Lo anterior muestra el desarrollo que la ciencia ha tenido en el territorio mexicano gracias a la instauración del SNI, junto con otras políticas en el sector, pues desde 1984 hasta 2013 el número de investigadores adscritos al sistema ha crecido 14,14 veces (Atlas, 2014).

Debido a la importancia que el SNI ha tenido como instrumento del desarrollo de la ciencia en México y que ha servido como modelo en la creación de otros sistemas nacionales de investigadores en América Latina, en países como Colombia, Uruguay, Paraguay (Dávalos, 2013) y Venezuela (Marcano y Phélan, 2009), es relevante analizar la situación de la física dentro del sistema como uno de los gremios científicos con mayor impacto en el proceso de descentralización de la ciencia mexicana (Atlas, 2014). Además, el SNI ha desempeñado un papel en la comunidad científica del país que no solo se circunscribe a una función de complemento al salario sino

que asume roles más complejos, como lo son su influencia en los valores éticos y en la estructuración de la profesión científica, definiendo la calidad y productividad de los investigadores del sistema (Didou y Etienne, 2010).

La Física en el SNI

Como se señaló, el SNI cuenta con 19746 investigadores de los cuales 1888 pertenecen al campo de la física, lo que representa el 9,5% del total de investigadores adscritos a dicho sistema. El universo de físicos pertenecientes al sistema se compone de la siguiente manera: 1836 son doctores, 31 son maestros, 17 son licenciados y 4 son ingenieros. Esta conformación refleja el alto nivel de profesionalización con que cuenta este campo en México.

Dentro del SNI, hasta el año 2013, la física se compone de 17 disciplinas, entre las que la Física del Estado Sólido es la que cuenta con el mayor número de investigadores (434), seguida del área de Óptica (303) y en tercer lugar la Física Teórica (256). Sin embargo, esta composición del campo de la física no siempre ha sido igual, ya que en los datos recopilados por Pérez y Torres (1998) la segunda especialidad más desarrollada en México era la Astronomía, seguida por Óptica, Física Matemática y Ciencia de Materiales.

La Tabla I muestra la composición de este campo del conocimiento por disciplina, el número de investigadores, su composición por sexo y su representación porcentual dentro del SNI. Como se puede observar, las tres primeras disciplinas concentran el 52,6% del total de los físicos adscritos al SNI.

Para conocer más a fondo las diferencias por sexo de la conformación de las disciplinas que integran la física dentro del SNI se ha elaborado la Tabla II, que presenta en orden decreciente las disciplinas que los físicos han preferido estudiar junto con el nivel de SNI al cual pertenecen. Esta tabla señala que el mayor número de investigadoras (63) se concentran en la disciplina de la física del estado sólido y en segundo lugar la disciplina de la astronomía (59); sin embargo, destaca el hecho que el mayor número de investigadoras de nivel tres (el más alto) se encuentran en la disciplina de la astronomía y no en la física del estado sólido, como lo es en el caso de los investigadores. En el caso de estos últimos, el mayor número de investigadores de nivel tres (59) se encuentran en la física del estado sólido, seguido de la disciplina de la física teórica con 42 investigadores.

COMPOSICIÓN DE LA FÍSICA MEXICANA POR DISCIPLINAS Y SEXO (2013)

Áreas de la física	Mujeres	Hombres	Totales	Porcentaje de la física
Física del estado sólido	63	371	434	22,99
Óptica	43	260	303	16,05
Física teórica	32	224	256	13,56
Astronomía	45	152	197	10,43
Fisicoquímica	25	98	123	6,51
Otras especialidades de la física	17	87	104	5,51
Física de las partículas elementales	9	79	88	4,66
Física de los fluidos	14	68	82	4,34
Sin especialidad	10	58	68	3,60
Termodinámica	5	51	56	2,97
Física molecular	8	43	51	2,70
Mecánica	6	32	38	2,01
Física nuclear	8	23	31	1,64
Electromagnetismo	4	23	27	1,43
Electrónica	4	14	18	0,95
Acústica	2	9	11	0,58
Unidades y medidas	0	1	1	0,05
Total	295	1593	1888	100

DISTRIBUCIÓN DE INVESTIGADORES POR DISCIPLINA DE LA FÍSICA Y NIVEL DE SNI (2013)

Área de la Física	Candidatos		Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Total	
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M
Física del estado sólido	11	53	38	145	11	114	3	59	63	371
Óptica	17	49	18	131	7	58	1	22	43	260
Física teórica	6	40	17	76	8	66	1	42	32	224
Astronomía	7	21	21	62	10	53	7	16	45	152
Fisicoquímica	8	22	12	37	2	20	3	19	25	98
Otras especialidades de la física	2	18	8	40	4	19	3	10	17	87
Física de las partículas elementales	4	8	4	35	0	21	1	15	9	79
Física de los fluidos	4	21	7	32	1	10	2	5	14	68
Sin especialidad	1	1	4	8	2	8	3	41	10	58
Termodinámica	0	13	3	22	2	11	0	5	5	51
Física molecular	1	4	3	18	2	14	2	7	8	43
Mecánica	2	9	3	14	1	6	0	3	6	32
Física nuclear	1	3	4	15	2	4	1	1	8	23
Electromagnetismo	0	1	4	12	0	7	0	3	4	23
Electrónica	3	5	1	8	0	1	0	0	4	14
Acústica	0	3	2	4	0	2	0	0	2	9
Unidades y medidas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	67	271	149	660	52	414	27	248	295	1593

De la revisión de los datos se aprecia cuáles son las cuatro primeras disciplinas: la física del estado sólido, la óptica, la física teórica y la astronomía, las que en su conjunto concentran más del 50% de los investigadores de mayor nivel del sistema. Esto se corresponde con las áreas en las que los físicos mexicanos han logrado mayor reconocimiento y donde han publicado la mayor cantidad de trabajos.

A fin de apreciar con mayor claridad la composición en este campo del conocimiento por niveles del SNI se elaboró la Tabla III, la cual muestra el porcentaje de investigadores por sexo y nivel, así como la proporción entre mujeres y hombres. El campo de la física dentro del sistema incluye a 295 investigadoras y 1593 investigadores. El mayor

número de investigadoras se encuentra concentradas en los niveles de candidatos y nivel uno, mientras que el caso de los investigadores se encuentra concentrados en los niveles uno y dos. Sin hacer diferencia en el sexo de los integrantes del sistema el 60.7% del total se encuentran en los niveles de candidatos y nivel uno.

PORCENTAJE DE INVESTIGADORES POR SEXO Y NIVEL EN EL ÁREA DE LA CIENCIA FÍSICA (2013)

Porcentajes	Niveles de SNI					Totales
	Candidatos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
	F	M	F	M	F	
	22,71	50,50	17,63	9,15	100	
	17,01	41,43	25,99	15,57	100	
Proporción entre mujeres y hombres por nivel	4:1	4:1	8:1	9:1	5:1	

Para complementar las particularidades de los investigadores de este campo de la ciencia se muestra la composición por edades y sexo de los investigadores, y su representación porcentual, en la Tabla IV. La mayoría de los físicos en el SNI se encuentra entre los 38 y los 47 años de edad para ambos sexos, lo que porcentualmente representa más del 30% en ambos casos. En el intervalo de los 28 a los 60 años de edad se halla más del 70%, situación que augura un desarrollo en el campo de la física mexicana pues los investigadores de este campo alcanzan su punto más elevado de productividad a la edad de 55 años, cuando logran un máximo de publicación de 2,06 artículos anuales (González-Brambila y Veloso, 2007).

Movilidad de la Comunidad Física

Para analizar el fenómeno de la movilidad de la comunidad científica en el campo de la física en México se presentan, en primera instancia, las instituciones en las cuales los investigadores del SNI realizaron sus estudios de doctorado en México. En segundo lugar se analiza el estado en el donde se ubica la institución de adscripción, presentando su división por nivel del SNI y sexo. Finalmente, en tercera instancia se presenta una serie de matrices que muestran el país donde obtuvieron el doctorado y el lugar de adscripción nacional e internacional hasta el año 2010, la cual se concentra en tres zonas geográficas: México, América-Asia y Europa.

Es pertinente señalar que de los investigadores que conforman este gremio y que pertenecen al SNI en el año 2013, un total de 1190 de los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en México, lo que representa el 64,82 % y solo 646 investigadores realizaron sus estudios fuera del país. Esto muestra la capacidad de las instituciones nacionales en formar físicos de alto nivel que participen en el desarrollo de esta área del conocimiento a nivel internacional. La Tabla V muestra las instituciones mexicanas donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado, mostrando su

TABLA IV
NÚMERO DE INVESTIGADORES
POR INTERVALOS DE EDAD Y SU PROPORCIÓN
PORCENTUAL (2013)

	Femenino	% de edades	Masculino	% de edades
28-37	73	24,75	292	18,33
38-47	110	37,29	528	33,15
48-57	51	17,29	427	26,80
58-67	44	14,92	260	16,32
68-77	15	5,08	67	4,21
78-87	2	0,68	15	0,94
88-97	0	0,00	3	0,19
98-107	0	0,00	0	0,00
108-112	0	0,00	1	0,06
Total	295	100	1593	100

representación porcentual y la división por sexo.

Como se observa, la institución donde el mayor número de investigadores realizaron sus estudios de doctorado es la UNAM con un 24,96% del total de investigadores, seguida del CINVESTAV del IPN con 13,53% y en tercer lugar el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica con 8,24%. En estas tres instituciones el 46,53% de los investigadores recibieron su grado de doctorado, mientras que el resto de investigadores (53,47%) obtuvieron su doctorado en otras 27 instituciones. Esto revela las instituciones con mayor peso en la profesionalización del campo de la física en México.

Existe una concentración en la obtención del doctorado en instituciones del centro del país, lo que se hace más notorio cuando se verifica que las siguientes instituciones en la que egresaron más doctores pertenecientes al SNI son la Universidad Autónoma Metropolitana con un 7,39% y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla con un 6,89%. Lo anterior pone de manifiesto que las principales ciudades en donde se obtienen los grados de doctorado en el área de la física son la Ciudad de México y Puebla.

En la Tabla VI se puede observar que los estados con mayor número de investigadores incluidos en el SNI son el Distrito Federal, Guanajuato y Puebla. Los estados con menor número de investigadores son Aguascalientes y Quintana Roo, mientras que no existen investigadores en los Estados de Durango, Guerrero y Nayarit en esta rama del conocimiento dentro del sistema. Con la finalidad de mostrar la distribución de investigadores en el territorio mexicano se incluyó el número de investigadores por nivel del SNI y por sexo. En la Tabla VII

se aprecia que para 2010, el Distrito Federal, Guanajuato y Puebla, junto con el Estado de México, también contaban con el mayor número de investigadores incluidos en el SNI.

A fin de profundizar sobre la movilidad de los investigadores de este campo del conocimiento, se construyeron las matrices (Tablas VIII, IX y X) que muestran a nivel nacional e internacional la movilidad que este gremio posee, en las cuales se puede apreciar los países en los que los investigadores recibieron su grado de doctor y el lugar en el que se encuentran adscritos. Es importante señalar que no fue posible recabar esta información hasta el año 2013 y solo se contó con los datos de 1984 hasta 2010. Aunque estos datos muestran la movilidad de esta comunidad hasta ese último año, sirve como un claro referente para analizar la movilidad del gremio, cuya comunidad estaba conformada por 1363 investigadores.

Al interior de México (Tabla VIII), los datos obtenidos señalan que en 2010 un gran número de investigadores obtuvieron su doctorado en la Ciudad de México (368 investigadores), cifra que representa el 27% del total de investigadores adscritos al SNI para ese momento. El restante 73% realizó su doctorado en algún otro estado del país, situación que muestra la descentralización

TABLA V
INSTITUCIONES MEXICANAS DONDE LOS INVESTIGADORES REALIZARON
SUS ESTUDIOS DE DOCTORADO EN MÉXICO (FÍSICA, 2013)

Institución	Investigadoras	Investigadores	Total	Porcentaje
Universidad Nacional Autónoma de México	72	225	297	24,96
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN	19	142	161	13,53
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica.	17	81	98	8,24
Universidad Autónoma Metropolitana.	17	71	88	7,39
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	23	59	82	6,89
Instituto Politécnico Nacional.	5	73	78	6,55
Centro de Investigación en Óptica A.C.	10	64	74	6,22
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	11	59	70	5,88
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	3	44	47	3,95
Universidad De Guanajuato	3	29	32	2,69
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	3	23	26	2,18
Universidad Autónoma del Estado de México	3	22	25	2,1
No especificado	1	17	18	1,51
Universidad de Sonora	3	12	15	1,26
Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C.	3	10	13	1,09
Universidad de Guadalajara	1	11	12	1,01
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.	2	7	9	0,76
Universidad Autónoma de Nuevo León	1	8	9	0,76
Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo	3	4	7	0,59
Instituto Mexicano del Petroleo	1	4	5	0,42
Universidad Autónoma de Queretaro	0	5	5	0,42
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica S.C.	2	2	4	0,34
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	0	4	4	0,34
Universidad Autónoma de Baja California	2	2	4	0,34
Dirección General de Educación Superior Tecnológica	1	2	3	0,25
Centro de Investigación y Desarrollo del Estado De Michoacan	1	0	1	0,08
Gobierno del Estado de Guanajuato	0	1	1	0,08
Universidad Autónoma de Madrid*	0	1	1	0,08
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	0	1	1	0,08

TABLA VI
ESTADOS DE ADSCRIPCIÓN DE LOS INVESTIGADORES
PERTENECIENTES AL SNI POR NIVEL Y SEXO (FÍSICA, 2013)

Lugar de adscripción	Candidatos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total de investigadores	Mujeres	Hombres
Distrito Federal	97	258	192	149	696	122	574
Puebla	27	89	45	28	189	38	151
Guanajuato	25	60	40	15	140	19	121
Baja California	13	36	38	15	102	11	91
Sin Datos	38	54	6	1	99	22	77
Morelos	10	22	32	18	82	8	74
Estado de México	12	35	17	1	65	12	53
Jalisco	6	45	7	3	61	6	55
Michoacán	7	23	19	9	58	10	48
San Luis Potosí	10	16	17	13	56	6	50
Sonora	10	19	18	1	48	7	41
Nuevo León	12	21	5	3	41	5	36
Querétaro	11	18	4	7	40	8	32
Yucatán	7	14	8	10	39	5	34
Zacatecas	5	15	4	0	24	2	22
Oaxaca	9	12	2	0	23	2	21
Veracruz	5	13	4	0	22	3	19
Chihuahua	3	11	3	0	17	2	15
Hidalgo	8	9	0	0	17	3	14
Sinaloa	4	7	0	1	12	0	12
Chiapas	3	6	0	0	9	0	9
Coahuila	5	4	0	0	9	1	8
Colima	2	2	3	1	8	1	7
Campeche	2	4	1	0	7	1	6
Tamaulipas	3	4	0	0	7	0	7
Tlaxcala	2	5	0	0	7	1	6
Tabasco	1	5	0	0	6	0	6
Aguascalientes	0	2	1	0	3	0	3
Quintana Roo	1	0	0	0	1	0	1
Totales	338	809	466	275	1888	295	1593

TABLA VII
ÍNDICE DE ENDOGAMIA ESTATAL PARA MÉXICO EN FÍSICA HASTA 2010

Estado	Investigadores adscritos	Doctorados obtenidos	Índice de endogamia
Aguascalientes (AS)	7	0	0,00
Baja California (BC)	34	19	0,56
Campeche (CC)	1	0	0,00
Chiapas (CS)	15	0	0,00
Chihuahua (CH)	9	1	0,11
Coahuila (CL)	3	0	0,00
Colima (CM)	2	0	0,00
Distrito Federal (DF)	272	181	0,67
Guanajuato (GT)	68	36	0,53
Hidalgo (HG)	5	0	0,00
Jalisco (JC)	37	9	0,24
Estado de México (MC)	90	10	0,11
Michoacán (MN)	20	1	0,05
Morelos (MS)	33	3	0,09
Nuevo León (NL)	22	8	0,36
Oaxaca (OC)	9	0	0,00
Puebla (PL)	94	48	0,51
Querétaro (QT)	18	5	0,28
San Luis Potosí (SP)	27	15	0,56
Sinaloa (SL)	4	1	0,25
Sonora (SR)	34	11	0,32
Tabasco (TC)	4	0	0,00
Tamaulipas (TS)	3	0	0,00
Tlaxcala (TL)	5	0	0,00
Veracruz (VZ)	14	0	0,00
Yucatan (YN)	25	10	0,40
Zacatecas (ZC)	11	0	0,00

del lugar de estudios de esta comunidad. Los siguientes estados donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en orden descendente son: Puebla (108), Guanajuato (73), Baja California (52) y San Luis Potosí (47). Por otro lado, los estados en donde los investigadores realizaron en menor grado sus estudios de doctorado son Jalisco y Querétaro con nueve investigadores en cada estado, Nuevo León con ocho investigadores, Michoacán con tres investigadores y los Estados de Coahuila y Sinaloa con un investigador cada uno.

Siguiendo el análisis de la matriz se observa que los estados con el mayor número de investigadores adscritos en 2010 fueron el Distrito Federal con 464 investigadores, de Puebla con 130, el Estado de México con 117 y Guanajuato con 95.

En el caso del Distrito Federal, se observa que de los 464 investigadores adscritos a esa entidad federal, 181 investigadores realizaron sus estudios de doctorado en el mismo sitio, mientras que el segundo lugar para esa entidad federal donde realizaron sus estudios de doctorado fue en los Estados Unidos con 46 investigadores, seguido de Gran Bretaña con 42 y Francia con 26, mientras que el resto se distribuye en la República mexicana. Ello significa que el 39% realizó sus estudios de doctorado en la misma entidad federativa de adscripción que tenía para ese mismo año.

En el estado de Puebla se observa que de los 130 investigadores adscritos al mismo, 48 obtuvieron su doctorado en el mismo estado, seguido del Distrito Federal con 20. En lo que concierne al nivel internacional para este estado, la lista la encabeza Rusia con ocho investigadores y los EEUU con siete investigadores, y el resto se distribuye en el resto de estados de la república y países. Estos datos señalan que el 37% de los investigadores no tuvieron movilidad, ya que permanecieron en el mismo estado donde realizaron sus estudios.

Al realizar un análisis de las tres áreas geográficas fuera de México (Tablas IX y X) notamos que el continente europeo es el lugar donde el mayor número de investigadores realizaron sus estudios de doctorado, seguido de América y Asia. No hay datos para el continente africano. A nivel de países, en el que el mayor número de investigadores realizaron sus estudios de doctorado fuera de México hasta el año 2010 fue los Estados Unidos con 98 investigadores, seguido de Gran Bretaña con 89, Francia con 58, Rusia con 48 y Alemania con 35 investigadores.

TABLA VIII
MOVILIDAD DE LOS INVESTIGADORES EN FÍSICA EN MÉXICO (2010)

		Lugar donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en México*																	Total
		BC	CH	CL	DF	GT	JC	MC	MN	MS	NL	PL	QT	SL	SP	SR	YN	SNEP	Total
Lugar de adscripción de los investigadores*	AS					6						1							7
	BC	19			5	1				1		4						4	34
	CA														1				1
	CC				2					1		1						1	5
	CH		1		3	2						1			1			1	9
	CL				2	1													3
	CM				2														2
	CS				5	1				1		8							15
	DE				2				1					1					4
	DF	8	1		181	3		3			7	7			2		2	58	272
	ES				3							1			1				5
	GB				1	1													2
	GT	2	1		8	36			1	1		5			2		1	11	68
	HG				1							3							1
	IE				1														1
	JC	3			5	10	9						2			6		2	37
	MC	2	2		52	1		10			1	1	1		2		1	17	90
	MN	1	2		8	1			1					1	3			3	20
	MS				20			2			3		1						7
	NL	4			2	1					2	8	1			3			1
OC		1		2								6						9	
PL	2			20	1		1			2		48		2				18	
QT	1			7	1					1			5					3	
SL				1	1											1		1	
SP	1			5											15		1	5	
SR	5	1		6	1							5		2		11		3	
TC				1								2					1	4	
TL				3								2						5	
TS	1											2						3	
US			1	2			1				1				2			1	
VZ				6							5				1			2	
YN	2	1		7	1					1			1				10	2	
ZS				3	1					2		2			3				
SNEP				1	2										1				

* Ver claves de los estados mexicanos en Tabla VII. CA: Canadá, DE: Alemania, ES: España, GB: Gran Bretaña, US: Estados Unidos, SNEP: sin especificar.

TABLA IX
MOVILIDAD DE LOS INVESTIGADORES MEXICANOS
EN FÍSICA EN EL CONTINENTE AMERICANO Y ASIÁTICO (2010)

		Lugar donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado										Total
		AR	BR	CA	CN	CU	IL	IN	JP	US	Total	
Lugar de adscripción de los investigadores *	BC					1				6	7	
	CH		1			1					2	
	CL							1			1	
	CM									2	2	
	CS			1							1	
	DF	3	6	5	3	6	1	1	3	46	74	
	GT			2						7	9	
	JC		1								1	
	MC					1				4	5	
	MN			1						3	4	
	MS	1				2	1	1		5	10	
	NL			1				2		1	2	
	PL					1	1	1	2	7	12	
	QT		2							2	4	
	SL									1	1	
	SP					1				5	6	
	SR					1				3	4	
TS					2				1	3		
US									2	2		
VZ			1							1		
YN	2				2				2	6		
SNEP									1	1		

* Ver claves de los estados mexicanos en Tabla VII. AR: Argentina, BR: Brasil, CA: Canadá, CN: China, CU: Cuba, IN: India, IL: Israel, JP: Japón, US: Estados Unidos, SNEP: sin especificar.

Los datos obtenidos señalan que de los 98 investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en los Estados Unidos, el 47% tienen como lugar de adscripción el Distrito Federal. En segundo lugar Guanajuato y Puebla con siete investigadores cada estado y en tercer lugar San Luis Potosí con cinco investigadores. Por otro lado se observa que solo dos investigadores que realizaron sus estudios en dicho país tienen como lugar de adscripción el mismo. Cabe señalar que para el 2010 solo 10 investigadores del total de la base de datos analizada tienen como lugar de adscripción los EEUU.

En el caso de la Gran Bretaña se observa que de 89 investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en dicho país el 48% de los investigadores tienen como lugar de adscripción el Distrito Federal; en segundo lugar Morelos con nueve investigadores y en tercer lugar Guanajuato con ocho investigadores. Para el año 2010 solo tres investigadores tienen adscripción en ese país, de los cuales dos realizaron sus estudios en el mismo.

TABLA X
MOVILIDAD DE LOS INVESTIGADORES MEXICANOS EN FÍSICA EN EL CONTINENTE EUROPEO (2010)

		Lugar donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado																				Total		
		ARM	BE	BG	BY	DE	DK	ES	ESC	FI	FR	GB	HR	HL	IE	IT	PO	RU	SE	SZ	UA	YS	Total	
Lugar de adscripción de los investigadores *	AT									1													1	
	BC			1			1	2				7						4					15	
	CH										1												1	
	CM															1				1			2	
	DE					1					1	1											3	
	DF	1	2			17	1	7			26	42	1	1		2	1	11	1	1	3		117	
	FR											1											1	
	GB											2												2
	GT		3		1	1						8						4			1			18
	HG								1															1
	JC					1		1			2	1						5						10
	MC		1			2					7	6				1		4	1					22
	MN					2					1	3				1		2			1		1	11
	MS					3		2	1		1	9				1		2		2	3			24
	NL						1	1														1		3
	OC											1						1						4
	PL					2		3			2	3						8	2	1	3			24
	QT							2			1	1												4
	SL										1													1
	SP		1			3		1			8	1						3						17
SR										4	1		1				2						8	
TS						1									1								2	
VZ					1												1						2	
YN					1						1												2	
ZS			1							1	1						2				1		6	
SNEP		1		1	1					1	1										1		6	

* Para claves de los estados mexicanos ver Tabla VII. ARM: Armenia, AT: Austria, BE: Bélgica, BG: Bulgaria, BY: Bielorusia, DE: Alemania, DK: Dinamarca, ES: España, ESC: Escocia, FI: Finlandia, FR: Francia, GB: Gran Bretaña, HL: Holanda, HR: Croacia, IE: Irlanda, IT: Italia, PO: Polonia, RU: Rusia, SE: Suecia, SZ: Suiza, UA: Ucrania, YS: Yugoslavia, SNEP: sin especificar.

La movilidad de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en Francia presentan los siguientes datos: 58 investigadores realizaron sus estudios de doctorado en ese país y el 44% de ellos tienen como lugar de adscripción el Distrito Federal, en segundo lugar San Luis Potosí con ocho y en tercer lugar el Estado de México con siete investigadores. Solo uno de ellos tiene como lugar de adscripción ese país.

De lo anterior se desprende que más del 95% de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado fuera del país tienen como lugar de adscripción algún estado de México, lo que demuestra que los investigadores mexicanos tienen un alto índice de retorno.

Conclusiones

Este trabajo ha permitido construir un panorama complementario al presentado en otros estudios (Pérez *et al.*, 1998; Menchaca, 2000; Collazo *et al.*, 2010), pues como se señaló al inicio, se consideró una muestra que no había sido analizada para este gremio del conocimiento, como son los

investigadores mexicanos adscritos al SNI en el área de la física.

Al analizar la conformación de las disciplinas de la física dentro del SNI, se encontró que las áreas donde más investigadores están adscritos son física del estado sólido, óptica, física teórica y astronomía, lo que permite conocer en qué disciplinas tienen mayor presencia los físicos mexicanos a nivel internacional.

Al analizar la conformación de este gremio por sexo y por niveles del SNI fue posible constatar la problemática de género a que hace referencia Menchaca (2000), donde existe nula o escasa presencia de personal femenino en esta área del conocimiento, fenómeno que se presenta también al interior del SNI.

Fue posible analizar la movilidad de los investigadores del área de la física pertenecientes al SNI, lo que permitió construir una serie de matrices que muestran este fenómeno junto con un índice de endogamia donde se presenta el lugar donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado y el estado de adscripción como investigadores, que mostró que un 40% de los investigadores tienen el mismo lugar de adscripción de donde realizaron sus estudios de

doctorado, siendo diferente para los investigadores que realizaron sus estudios fuera del país, pues estos tienen un índice de retorno del 95%.

Podemos señalar que el estímulo otorgado por el SNI a los investigadores que se trasladan al interior de la república ha generado un aumento en el número de estos en otros estados de la república, situación que ha generado una disminución paulatina en la concentración de investigadores en el centro del país (Méndez, 2005), permitiendo el fortalecimiento de la ciencia en todo el territorio mexicano.

De todo lo anterior podemos concluir que en estos treinta años de existencia el Sistema Nacional de Investigadores, a pesar de problemas como es el hecho de que la evaluación sea por el número de artículos publicados en revistas indexadas, situación que insta a los investigadores a cumplir con una cuota para la permanencia en el sistema y que no alienta la participación en grandes proyectos a largo plazo (Drucker, 2005), ha cumplido con los objetivos para los que fue creado, pues ha fortalecido a la comunidad de investigadores de la física, permitiendo que realicen sus investigaciones en el país y

también cumplió con disminuir la fuga de capital humano altamente calificado al extranjero.

REFERENCIAS

- Asozoza Palacio R (2005) En *Una Reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su Creación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. pp. 65-72.
- Atlas (2014) *Atlas de la Ciencia Mexicana*. Academia Mexicana de Ciencia - CONACYT. www.atlasdelacienciamexicana.org.mx/ (Cons. 04/2015).
- Collazo-Reyes F, Peréz-Angón MA, Russell JM (2010). Una visión de la física mexicana, *Bol Soc Mex Fis* 24: 227-234
- Dávalos L (2013) *La Importancia del fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Investigadores en América Latina y el Caribe. Caso del Programa Nacional de Incentivo al Investigador del Paraguay (PRONII)*. Organización de los Estados Americanos. Washington, DC, EEUU. www.scm.oas.org/pdfs/2013/CIDI03975S.pdf (Cons. 03/2015).
- Diario Oficial (1984) *Acuerdo por el que se Establece el Sistema Nacional de Investigadores*. Secretaria de Gobernación. Diario Oficial de la Federación de México (26 julio1984). www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4680072&fecha=26/07/1984 (Cons. 04/2015).
- Didou S, Etienne G (2010) *El Sistema Nacional de Investigadores, Veinticinco años Después. La Comunidad Científica, entre Distinción e Internacionalización*. ANUIES. México. 142 pp.
- Drucker Colín R (2005) En *Una Reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su Creación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. pp. 53-55.
- González- Brambila C, Veloso F (2007) The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers. *Res. Policy* 36: 1035-1051.
- Marcano D, Phélan M (2009) Evolución y desarrollo del Programa de Promoción del Investigador en Venezuela. *Interciencia* 34: 17-24.
- Menchaca Rocha A (2000) La Física en México. Situación actual y perspectivas. En Menchaca Rocha A (Coord.) *Las Ciencias Exactas en México*. Capítulo IV. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 119-143.
- Méndez Nonell M (2005) Evolución histórica del Sistema Nacional de Investigadores, a 20 años de su creación. En *Una Reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su Creación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. pp. 136-146.
- Pérez-Angón MA, Torres-Vega G (1998) La física mexicana en perspectiva: 1986-1996. *Interciencia* 23: 163-175.
- Sarukhán K (2005) En *Una Reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 Años de su Creación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. pp. 32-36.

MOBILITY PATTERNS AMONG MEXICAN PHYSICISTS IN THE NATIONAL RESEARCHERS SYSTEM

Leobardo Eduardo Contreras Gómez, Rafael Baquero Parra, Eduardo Robles Belmont and Miguel Ángel Pérez Angón

SUMMARY

The Mexican National Research System (Sistema Nacional de Investigadores, SNI) is now 30 years old. By now the SNI has assumed other roles besides providing a salary complement. It has influenced ethical values and it has been a factor in the development and the productivity of the research activity in the country. In this paper, we use the statistics and information provided by the SNI to analyze the current situation of physics in Mexico (its group conformation, and the contents of the re-

search. We then characterize it by listing the different subjects of research). The graduation institutions, the current place of work, gender, age ranges and the SNI level attained. One of the contributions of this work is the development of parameters indicating the degree of mobility and of academic inbreeding as registered in the SNI documentation. We find an important contribution of this group of researchers to the process of decentralization of the Mexican scientific activity.

PADRÕES DE MOBILIDADE DOS FÍSICOS MEXICANOS NO SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGADORES

Leobardo Eduardo Contreras Gómez, Rafael Baquero Parra, Eduardo Robles Belmont e Miguel Ángel Pérez Angón

RESUMO

Após trinta anos de sua criação, o Sistema Nacional de Investigadores (SNI) tem assumido papéis mais importantes do que somente proporcionar um complemento salarial, pois hoje têm influência nos valores éticos e no desenvolvimento da profissão científica, assim como na produtividade dos investigadores no México. O presente trabalho analisa a mobilidade da Física no México dentro do SNI. Para conseguir dito objetivo foram gerados indicadores sobre a mobilidade em nível

de endogamia estatal que apresenta esta área do saber dentro do SNI, assim como a conformação atual deste grêmio por especialidades, instituições de egresso, estados de adscrição, gênero, intervalos de idade e nível dentro do sistema. Entre os resultados encontramos que os físicos mexicanos constituem um grêmio científico que tem contribuído de maneira significativa ao processo de descentralização da atividade científica mexicana.