

# The “Brain Gain” in the Mexican Scientific Community: An Alternative Outlook

Nora Narvaez-Berthelemot

Angélica María Rosas



## Introduction

The success of scientists from developing countries, living abroad, is a source of satisfaction and pride for their colleagues, friends and relatives in their native countries. The 1995 Nobel prize in Chemistry was awarded to a group of scientists from a North-American institution which included a well-known researcher of Mexican origin. This man was born and educated in Mexico. His advanced studies and his original scientific production were conducted, up to now, abroad. Could he be considered, then, to be a “Mexican researcher”? Is it relevant that he is, or is not, naturalized North-American? What is important is that his professional commitment, until now, has not been to Mexico but to the United States. The same applies with scientists who move to Mexico or other such countries. Sometimes after years of study and work in other places, these scientists finally settle down to plant roots in a new land. These immigrant scientists identify themselves with the problems and needs of their new countries. They work in the same conditions as their new colleagues. Their scientific production and the transmission of knowledge they have acquired favor the community of their adopted countries <sup>1</sup>. For example, three of those awarded National Prizes in the Sciences in Mexico in 1995 were born far from Mexico, but over several years they had become involved in the problems, needs and aspirations of their present country of residence, to which they have made original scientific contributions. When they publish, they are already considered Mexicans, since scientific production is quantified according to the author’s institutional affiliation. It is true that in a world without frontiers one could argue that if a scientist emigrates, the loss for one country represents gain for another <sup>2</sup>. To counteract the brain drain in Mexico, measures were taken to repatriate lost talents. The government, for example, actively recruited scientists and specialists from the Soviet Union to work in universities and national research institutions, both because of their excellence and their modest requirements <sup>3</sup>.

This situation, however, is not new. In 1940, as a consequence of the war, scientific activities centered in Europe were interrupted and the Rockefeller Foundation began to explore opportunities in Latin America. To begin with, they attempted to determine which North-American scientists could work there and what facilities and opportunities were available in the field of natural sciences <sup>4</sup>.

This situation raised several questions : Is the participation of these immigrants representative of the scientific development of a country? What is the percentage of scientists of foreign origin in Mexico? What was their participation in the production of scientific papers in a determined period of time? What countries do they come from and what is the quality of their performance in their new country?

## Methodology

In order to identify the scientists working in Mexico whose country of origin is other than Mexico, the SNI data base edited in 1993 was used as a source.

Mexico's System of National Researchers (Sistema Nacional de Investigadores - SNI), was created in 1984 to encourage research and stimulate established researchers of remarkable quality, as well as those beginning a career in research. In addition, it was designated to track the increase in scientific production in areas and sectors whose development would be an important factor in the economic and social advancement of the country.

The compact disc contains 3,937 records, representing established members of the Mexican scientific community through 1993. It does not contain information on candidates to the SNI <sup>5</sup>, of which there were 2,274 <sup>6</sup> in 1993. With each name it includes publications and other data with relevant information. With the compact disc the SNI promotes Mexican science at all levels, offering valuable information on the national scientific structure. This database must be considered the only formal source allowing a controlled sample of the scientific community in Mexico to be consulted.

For the purpose of the present study, it was necessary to transfer all the files to a separate data base, in order to codify and analyze them. Each record was identified by assigning labels with the following information :

*Gender:* As this information was not contained in the SNI compact disc, it was necessary to review each record. For those names not easily identified, it was necessary to contact the researcher in order to assign an F for female and an M for male to each record.

*Place of origin:* The data registered in "place of birth" (F = foreign, M = mexicans), were not entered in all the records in the original SNI database. So it was also necessary to ask the scientist directly.

*Locality:* This item was not relevant for scientists born in Mexico. For those not born in Mexico a code was assigned to indicate those who work in the capital and those who work in the rest of the Republic. It was assigned by geographic location inside the Republic of Mexico. To complete the information the Catalog of Institutions registered in the Latinoamerican Bibliography database (1993 edition) was used and compared with the SNI directory published in 1991.

*Discipline:* It was codified only for those records with a non-Mexican place of origin. The SNI database has its own classification of disciplines with 41 categories : administration, agronomy, anthropology, astronomy, architecture, library and filing, biology, health sciences, political sciences and public administration, accounting, demography, law and jurisprudence, economics, education, pharmacology, physics, geophysics, philosophy, geography, geology, history, information science, aeronautical engineering, civil engineering, engineering of communications, electronics control, electrical engineering, industrial engineering (marine and port) mechanical engineering, mining engineering, nuclear engineering, petroleum engineering, chemical engineering, textile engineering, linguistics, literature, filology and fine arts, veterinary medicine, odontology, fisheries, psychology sociology and zoology.

For the present study these 41 disciplines were regrouped in two main groups. One for science and technology, following the classification of Computer Horizon Inc.<sup>7</sup>, and one for the social sciences and humanities not included in the CHI classification. The science and technology group is divided into : Clinical medicine, Biomedicine and Biology, (later grouped together into only one category of Life Sciences), Earth & Space Sciences, Engineering & Technology, Chemistry, Physics and Mathematics.

Once the records of the scientists of foreign origin were identified and codified, those in the disciplines of Clinical medicine, Biomedicine and Biology were identified, taking into account that 60 % of the scientific papers published by Latin American researchers, alone or in collaboration with foreign colleagues, deal with Life Sciences <sup>8</sup>. In Mexico this percentage is 75 % of its total production from 1968 to 1970 <sup>9</sup>, and 58.3 % from 1980 to 1990 <sup>10</sup>.

These records were used for a micro study, in which each scientist in the field of Life Sciences was analyzed one by one directly from the SNI database under the field “Scientific Production”. Their production and its distribution was quantified from the date of publication of the first article in 1941, through 1990. For the decade of the 90s, an estimate was made for three years (91, 92, 93), taking into account the gap between publication and the delivery of the information to the SNI. These data contain the declared production by the scientists for 1991 through 1993, plus information on articles without a specific year of publication but with the notation : “papers in revision”, “submitted for publication”, or “in preparation.”

In this way production was quantified for each scientist. This detailed review gave us a picture of the number of scientific papers published at a national, Latin American and international level by non-Mexican scientists, in comparison with their national colleagues. The field of “scientific production” also allows us to observe the degree of collaboration by identifying the coauthorships of each publication. It must be noted, however, that with a methodology as relatively new that of as the SNI’s CD-ROM, the figures obtained for the production of papers were not taken as absolute and exhaustive in the present study, but rather as a tendency and as an indicator of the research activity in a specific group.

## Results

The compact disc of Mexico’s System of National Researchers (Sistema Nacional de Investigadores, SNI) edited in 1993, includes 3,937 <sup>11</sup> records, corresponding to the member scientists. Of these, 250 (6 %) were impossible to identify. Of the remaining 3,687 records it was possible to identify 544 (15 %) as being of foreign origin, which is the figure used for the present study. Of the total (544) records of scientists of foreign origin, 393 (72 %) were men and 151 (28 %) women (Figure 1). This ratio is similar to that of CONACYT/SEP <sup>12</sup>, with 77 % men and 23 % women for the total membership of the SNI, in the same year. This similarity of percentages is not the same when we compare geographic location inside the country. Of the 544 researchers of foreign origin, 422 (78 %) work in the capital and 122 (22 %) in the provinces (Figure 1). In the CONACYT/SEP <sup>13</sup> figures, the numbers are 59 % and 41 % indicating that most of the scientists of foreign origin are centralized in universities and research institutions in the capital of the Mexican Republic.

Table 1 shows 56 countries of origin for the 540 researchers. Four of them reported their origin as foreign without giving the name of the country. Although an attempt was made to explore their motives for moving to Mexico and leaving their countries of origin, some researchers answered “personal reasons” without expanding on the subject. Others preferred not to answer, arguing the absence of an official demand.

Figure 1 also shows the disciplines in which the foreign scientists living in Mexico work. Most of them, 248 (46 %), are dedicated to the Social Sciences and Humanities, followed by the field of Life Sciences with 128 (24 %).

Table 2 shows a comparison with the 1993 CONACYT/SEP indicators <sup>14</sup> with respect to distribution of the research areas. Although it shows a similar distribution with a slight emphasis



on Biology, Biomedicine and Chemistry for the SNI researchers, the number of foreign scientists in the Social Sciences and Humanities, almost 50 %, is remarkable compared to their low representation in the areas of Engineering and Technology when compared to the total number of scientists in those fields.

Table 2. Distribution of fields in the areas of work of the SNI, scientists (1993)

Field	Total Scientists* (3,959)	Scientists of foreign origin** (544)
Biology, Biomedicine, Chemistry	1,223 (31%)	174 (32%)
Engineering & Technology	954 (24%)	51 (9%)
Physics, Mathematics	705 (18%)	71 (13%)
Social Sciences & Humanities	1,077 (27%)	248 (46%)

\*Indicators CONACYT/SEP, 1993

\*\*CD-ROM Sistema Nacional de Investigadores, 1993

According to established methodology, we grouped Clinical Medicine, Biomedicine and Biology in the main field of Life Sciences, resulting in a total of 128 researchers of foreign origin working in this area. This micro study allowed the quantification of their production. The distribution of the publications over a period of five decades shows the increasing number of publications. In the 80s the production of the 70s is tripled, and for the first three years of the 90s the projection is six times greater than what was published in the 70s and twice the production of the 80s. It was also observed that coauthorship of publications increased among these researchers each year between 1941 and 1990, and has now reached 83 %. The balance in publication practices must be noted, since 49 % listed a similar ratio of publications in mainstream, Latin American and local (Mexican) journals. The research themes were primarily in the areas of microbiology, ecology, immunology, biotechnology, neurology, endocrinology, genetics, pharmacology and public health. The numbers of papers published only in international (mainstream) journals, reached 14 %. They dealt specifically with basic sciences in the areas of molecular biology, toxicology, neurology, biochemistry, immunology, physiology, endocrinology, biophysics and immunology. 12 % of publications appeared exclusively in Mexican journals. These dealt mainly with applied research, with findings specific to Mexico for example, public health, agronomy, tropical biology, botany, epidemiology and animal production. The remaining publications were distributed among Mexican, Latin-American and international journals. It has to be noted that less publication was reported in abstracts of congresses and seminars. Around 20 books resulted from an active participation in consulting activities with international organizations (UNESCO, FAO, UN, EC, WHO), and there were some links with industry. Some editing was also reported, along with publication of encyclopedias and teaching materials, some of them treating scientific policy. There was a significant amount of translation into Spanish of work that was previously published in the researchers' native language. Another significant finding is the diffusion of the work, at first in international journals, then in the 80s the trend was toward the local Mexican journals, and by the end of the decade publication in international journals increased once again. Most of the foreign scientists in Mexico began publishing in local journals in the 80s, indicating a commitment to start their integration in the Mexican community.

## Discussion

The circulation of scientists among countries has been an important component in the transfer of scientific knowledge and scientific activity at the international level <sup>15</sup>. At the same time, this situation has originated and motivated the migration of researchers.

The brain drain of scientists from developing toward developed countries is indicative of an urgent problem of instability in a scientific community. On the other hand, it is an indication of the freedom of scientists in their quest for creativity and the exploration of the unknown. From another point of view the host country that opens its doors to these foreign scientists does not replace those who have left, but welcomes new participants in the establishment and development of the local scientific community.

The principal reasons that motivate this migration of the periphery to the central countries are lack of economic resources, infrastructure and material, and bureaucracy, with its evaluations, its insufficient salaries and its lack of encouragement for beginners in science <sup>16</sup>.

Nevertheless, what motivates a scientist to come to a country that is developing scientifically, with social and political problems, and where research and development in science and technology does not receive adequate support ?

Mexico is a rich country with a magnificent cultural tradition, where the human and social sciences are of great interest to scientists of other countries, especially those from developed countries, who are attracted toward research that can only be conducted in Mexico. They must abandon their country of origin and start a "new career", in the host country. This was observed in the group of 128 scientists working in the Life Sciences who came mainly from Eastern European countries. Their career was interrupted, but they adapted rapidly, not only socially but in the development of their research activity and its integration in a new scientific community.

The growing productivity and the equilibrium in publications with different levels of diffusion is testament to the quality of local research. The multiple coauthorships are also significant, showing a dynamic collaboration at institutional, national, regional and international levels. The coauthorship of papers has become a generalized phenomenon in recent years <sup>17</sup>. The participation of scientists of foreign origin in multiple activities, such as national and international consulting, their interest in teaching and scientific policy, shows a commitment towards the country, a wish to contribute and share knowledge with their colleagues, and to offer research training, but above all, a will to integrate.

The diffusion of research results through journals of different characteristics, suggests the same tendency observed in a preceding work <sup>18</sup>. Findings of basic research tend to be published more in international journals, while applied research tends to be published in national ones. The production figures of foreign scientists residing in Mexico suggest an average per researcher in Life Sciences of 30 papers over an 11 year period (1980-1990). The average extracted from the Science Citation Index (SCI) database, in the same discipline for the same period, but in this case the total number of papers published by Mexican scientists <sup>19</sup>, is 2 per scientist. The comparison of these two averages, allows us to make the following comments :

- a) The information on scientific production by foreigners in the SNI database, goes beyond the information available through SCI.
- b) If we take into account that the SNI makes no difference between foreigners and nationals, the production average reported by the SCI should be approximately the same.
- c) The scientific production not listed in the SCI covers local (national) and regional (Latin-American) publications, since SCI only includes international journals.

According to this, a research project for an in-depth study on production that is not represented in the SCI, but is registered in the SNI would be interesting. It could serve to determine true scientific activity, not only in one field, but in all disciplines covered by the SNI.

We can conclude that the compact disc of Mexico's System of National Researchers (Sistema Nacional de Investigadores - SNI) was useful to the present study, but incomplete records must be completed before a specific work can be undertaken. The identification of institutions or complete information on the researchers, like the place of birth, and the reasons for migration, which are considered personal questions, in most cases require different investigative protocols to investigate or is simply information that is not regularly offered. The quantitative production of the studied scientists is valuable as an indicator and the SNI database can be expected to be used in the future as a source of information useful for evaluating the scientific activity of researchers in Mexico, since it covers all kinds of publications, information that is not available from other sources.

As a starting point for this exploratory study the SNI information was valuable for the initially

established objective : the identification of scientists of foreign origin in Mexico. The results are useful as an indicator of the scientific production of these researchers and as a way to appreciate and give a different perception of the analysis on scientific migration, recognizing that foreign researchers can represent a real "brain gain" for a country, Mexico in this case, and its scientific community.

## References

Castaños de Lomnitz, R., (1993), "La migración de talentos en México" *Ciencia y Desarrollo*, 19,12, Sep/Oct.

Frame, J. D., (1977), *Mainstream research in Latin America and the Caribbean*, *Interciencia* 2, pp.143-147.

Garfield, E., (1987), "Latin American Research. Part I : Where it is published and how often it is cited", *Current Contents*, 19, may 7.

Hacyan, S., (1995) "Cuántos cerebros se van", *Reforma*, Dec 14.

Narvaez-Berthelemot, N., Almada, M., and Russell, J. M., (1993), "International scientific collaboration : cooperation between Latin America and Spain, as seen from different databases", *Journal of Information Science* 19, 389-394.

Narvaez-Berthelemot N., Frigoletto, L.P., Miquel J. F. (1992), "International scientific collaboration in Latin America", *Scientometrics*, 24 (3), pp.373-392. "Nashi mozgi deshevle" (Our brains are Cheaper) (1993), *Pravda* p.3, Apr 17

Perez-Tamayo, R., (1995), "Sobre el Nobel de Química 1995", *La Jornada*, Nov 6.

*Science & Technology Indicators* (1993) published by the CONACYT/SEP, 3,959 members appeared, which represents a difference between the two sources of 22 members less in the SNI's CD-ROM.

Vessuri, H., (1983), "Scientific immigrants in Venezuela, national identity and international science" In : *White color migrants in the Americas and the Caribbean*, Royal Institute of Linguistics and Anthropology, Leiden, Netherlands, pp.171-197.

Vessuri, H., (1994), "Foreign Scientists, The Rockefeller Foundation and the Origins of Agricultural Science in Venezuela", *Minerva*, V. 32, 3.

<sup>1</sup> Perez-Tamayo, R (1995).

<sup>2</sup> Castaños de Lomnitz H. (1993).

<sup>3</sup> "Nashi mozgi deshevle" (Our brains are Cheaper) (1993).

<sup>4</sup> Vessuri H. (1994).

<sup>5</sup> In the evaluation criteria, a candidate for national researcher in 1993 required registration in a national doctorate program as a minimum.

<sup>6</sup> *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas* (1993).

- 7 Subject Classification and Influence Weights for 3,000 Journals. (1996), Report prepared by Dr. Elliot Noma, CHI Research Computer Horizons, Inc. Cherry Hill, New Jersey, for the National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, and the Advisory Board for the Research Councils, London.
- 8 Narvaez-Berthelemot N., Frigoletto, L.P., Miquel J. F. (1992).
- 9 Frame J. D. Mainstream research in Latin America and the Caribbean (1977).
- 10 Personal communication : Russell, J. M. Mexico.
- 11 In Science & Technology Indicators (1993)
- 12 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (1993), *Op cit.* p.50.
- 13 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (1993), *Op cit.* p.59.
- 14 Science & Technology Indicators, (1993), *Op cit.* p.46
- 15 Vessuri H. (1983)
- 16 Hacyan S. (1995).
- 17 Garfield, E., (1987).
- 18 Narvaez-Berthelemot N., Almada M., and Russell J. M., (1993).
- 19 Personal communication : Russell J. M. (1996), México.



# “Brain gain” en la comunidad científica mexicana : una mirada alternativa

Nora Narvaez-Berthelemot

Angélica María Rosas



## Introducción

El éxito de los científicos de países en desarrollo en el extranjero es motivo de satisfacción y orgullo para sus colegas, amigos y familiares en su país natal. El premio Nobel de Química 1995 se otorgó a un grupo de investigadores de una institución norteamericana, entre los cuales figura un prestigiado científico de origen mexicano. Este hombre nació y estudió parte de su carrera en México. El resto de sus estudios, y todos sus trabajos científicos originales, han sido realizados, hasta hoy, en el extranjero. ¿Se le puede considerar entonces como un “científico mexicano”? ¿Es relevante si este investigador está o no nacionalizado norteamericano? Lo importante es que su compromiso profesional, hasta la fecha, no ha sido con México sino con Estados Unidos. De igual manera ocurre con los científicos nacidos en otros países que hace años se trasladaron a vivir a México, u otro país como este, a veces, después de años de estudios y de haber trabajado en otras partes, finalmente llegaron a un determinado sitio para instalarse y sembrar raíces en una tierra nueva. Estos investigadores inmigrantes se identifican con los problemas y las necesidades de su nuevo país, trabajan y lo hacen hombro a hombro con los locales. Su producción científica y la transmisión de conocimientos que logran favorecen a la comunidad de su país adoptivo <sup>1</sup>. Por ejemplo, los tres merecedores del Premio Nacional de Ciencias en 1995, nacieron lejos de México, pero desde hace varios años se encuentran integrados a los problemas, necesidades y aspiraciones de su país actual de residencia y han hecho contribuciones originales. Además, en el momento de publicar, se les considera de antemano como mexicanos, ya que su producción científica es cuantificada de acuerdo a la afiliación institucional a la que pertenecen. Es verdad que en un mundo sin fronteras podría argumentarse que si un científico emigra, la pérdida de un país es la ganancia de otro <sup>2</sup>. Para contrarrestar la fuga de cerebros, una tendencia marcada desde 1982, en México se han tomado medidas que comprenden, entre otras, la repatriación de talentos fugados y la acción activa del gobierno de invitar investigadores y especialistas de la ex Unión Soviética para trabajar en universidades e institutos nacionales de investigación debido a sus excelentes cualidades y modestos requerimientos <sup>3</sup>.

Esta situación sin embargo no es nueva, cuando en 1940 como consecuencia de la guerra se vieron interrumpidas las actividades centradas en Europa se exploraron, por parte de la Fundación Rockefeller, oportunidades en América Latina. Se empezó entonces a determinar qué investigadores norteamericanos podrían trabajar acá y qué facilidades y oportunidades se presentaban en la región en el área de las ciencias naturales <sup>4</sup>.

Dada esta situación, surgen varias preguntas : ¿Es representativa la participación de estos investigadores inmigrantes en el desarrollo científico de un país? ¿Cuál es el porcentaje de investigadores extranjeros en México? ¿Cuál es su participación en la producción de artículos científicos en un período determinado? ¿De qué países son originarios y cuál es ahora su desempeño en otro país?

## Metodología

Para identificar a los investigadores que trabajan en México pero que su lugar de origen es otro país, se utilizó como fuente el disco compacto de la base de datos del SNI editado en 1993.

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI), fue creado en 1984 con el fin de alentar la investigación y estimular a los investigadores de calidad notable, así como a los que se inician en la carrera de investigación. También busca incrementar la productividad en áreas y sectores cuyo desarrollo representa un factor importante para lograr el avance económico y social del país.

El disco compacto es un producto propio del SNI, el cual contiene 3,937 registros, que son sus miembros vigentes a 1993 y que representan el sector de más alto nivel de la sociedad científica mexicana. No contiene los candidatos al SNI <sup>5</sup>, los cuales correspondían en 1993 a 2,274 <sup>6</sup>. Incluye, además de los nombres, los datos y desarrollos bibliográficos publicados e información relevante de cada uno. Con el disco compacto, el SNI cumple con la función de promover la ciencia mexicana en todos los niveles, poniendo a su disposición información valiosa sobre el aparato científico nacional. Por lo tanto, puede considerarse a esta base de datos como la única fuente formal de consulta que permite contar con una muestra controlada de la comunidad científica en México.

Para los propósitos del presente estudio fue necesario transferir todos los registros a una base de datos aparte, para poder codificarlos y analizarlos. Cada registro se identificó mediante la asignación de códigos con la siguiente información :

**Sexo** : Información no contenida en el disco compacto del SNI, por lo que fue necesario verificar cada registro para su identificación, en aquellos con nombres extranjeros no fácilmente identificables en español, fue necesario contactar al investigador mismo para su aclaración, asignando a cada registro F = Femenino, M = Masculino, según el caso.

**Lugar de origen** : Se tomaron los datos registrados en "lugar de nacimiento" (E = Extranjero, M = Mexicanos), en este caso tampoco estaban identificados todos los registros en la base original del SNI, por lo que también fue necesario solicitar una aclaración directa con el investigador.

**Localidad** : Este rubro fue solamente para los registros identificados de investigadores con lugar de nacimiento diferentes a México. Se les asignó su ubicación geográfica dentro de la República Mexicana. Para completar la información se utilizó también el Catálogo de Instituciones registradas en la base de datos Bibliografía Latinoamericana (edición 1993) y comparada con el directorio del SNI publicado en 1991.

**Disciplina** : Se codificó sólo para los registros que figuraban con lugar de origen no-mexicano. La base de datos del SNI, trae su clasificación de disciplinas propia, la cual cuenta con 41 códigos : administración, agronomía, antropología, astronomía, arquitectura, biblioteconomía y archivonomía, biología, ciencias de la salud, ciencia política y administración pública, contabilidad, demografía, derecho y jurisprudencia, economía, educación, farmacia, física, geofísica, filosofía, geografía, geología, historia, información, ingeniería aeronáutica, ingeniería civil, ingeniería de comunicaciones, electrónica y control, ingeniería eléctrica, ingeniería industrial, (marina y portuaria), ingeniería mecánica, ingeniería minera, ingeniería nuclear, ingeniería petrolera, ingeniería química, ingeniería textil, lingüística, literatura, filología y bellas artes, medicina, medicina veterinaria, odontología, pesca, psicología, sociología, zootecnia.

Para el presente estudio se reagruparon estas 41 disciplinas en nueve grandes campos. Ocho grupos en ciencia y tecnología, según la clasificación de Computer Horizons Inc. <sup>7</sup>, y uno para las ciencias y humanidades, no incluidas en la clasificación de CHI pero distribuidas en dos grupos en el este estudio : Medicina Clínica, Biomedicina y Biología, agrupado posteriormente en uno sólo (Ciencias de la Vida), Tierra y Espacio, Ingeniería y Tecnología, Química, Física, Matemáticas y finalmente Ciencias Sociales y Humanidades.

Una vez identificados y codificados los registros de los investigadores de origen extranjero, se agruparon los identificados en las disciplinas Medicina Clínica, Biomedicina y Biología, teniendo en cuenta que 60 % de los artículos científicos publicados por los investigadores latinoamericanos, solos o en colaboración con colegas extranjeros, tratan sobre el tema de Ciencias de la Vida <sup>8</sup>. En el caso preciso de México representaban el 75 % de su producción total de 1968 a 1970 <sup>9</sup>, y 58.3 % durante 1980 a 1990 <sup>10</sup>.

Se tomaron estos registros representativos para un estudio a nivel micro, donde cada nombre de los investigadores en esta disciplina, fue revisado uno a uno directamente en la base del SNI bajo la rúbrica "Producción Científica". Se cuantificó la producción y su distribución desde la fecha de publicación del primer artículo en 1941 hasta 1990, correspondiente al grupo de los investigadores de origen extranjero en el área de ciencias de la vida. Para la década de los 90 se hace una previsión por tres años (91-92-93), teniendo en cuenta el desfase que existe entre la publicación y la entrega de la información por parte de los investigadores al SNI. Esta información contiene la producción declarada por los investigadores para 1991, 1992 y 1993, mas la información declarada sin año, con la mención : "artículos en revisión", "por publicar", "en preparación".

De esta manera se cuantificó la producción de cada investigador y su trayectoria y prácticas de publicación a través del tiempo. Esta revisión detallada nos proporcionaba una representación de los artículos científicos publicados a nivel nacional, latinoamericano e internacional que tienen los científicos no mexicanos con respecto a sus colegas nacionales. La rúbrica de producción científica nos permitió también observar el nivel de colaboración, por medio de las co-autorías de cada publicación.

Se debe aclarar sin embargo que, debido al desfase en el tratamiento de la información entregada por el investigador, las prácticas de publicación y al proceso de sistematización que un método relativamente nuevo como el CD-ROM del SNI requiere, las cifras obtenidas como resultado en la producción de artículos no se tomaron como absolutas y exhaustivas en el presente estudio, sino como una tendencia y un indicador de la actividad de investigación en un grupo determinado.

## Resultados

El disco compacto del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México, editado en 1993, cuenta con 3,937 <sup>11</sup> registros, vigentes a ese mismo año, correspondientes a los investigadores miembros.

De éstos, 250 (6 %) no fueron posibles de identificar, de los restantes 3687 registros se lograron detectar 544 (15 %) de investigadores de origen extranjero, esta cifra es la utilizada en el presente estudio.

Del total (544) de registros de investigadores de origen extranjero, 393 (72 %) corresponden a hombres y 151 (28 %) a mujeres (Figura 1). Se observa una tendencia similar si comparamos estos datos con los indicadores del CONACYT/SEP <sup>12</sup>, donde 77 % corresponde a hombres y 23 % a mujeres en el total de miembros del SNI el mismo año. Esta tendencia no es la misma cuando comparamos su ubicación geográfica en el país. De los 544 investigadores de origen extranjero, 422 (78 %) trabajan en la capital y 122 (22 %) en la provincia (Figura 1), en los datos del CONACYT/SEP <sup>13</sup> son 59 % del total los que están en el primer caso y 41 % en el segundo, lo que indica que los investigadores de origen extranjero se encuentran centralizados en su mayoría en universidades e institutos de investigación de la capital de la república mexicana.

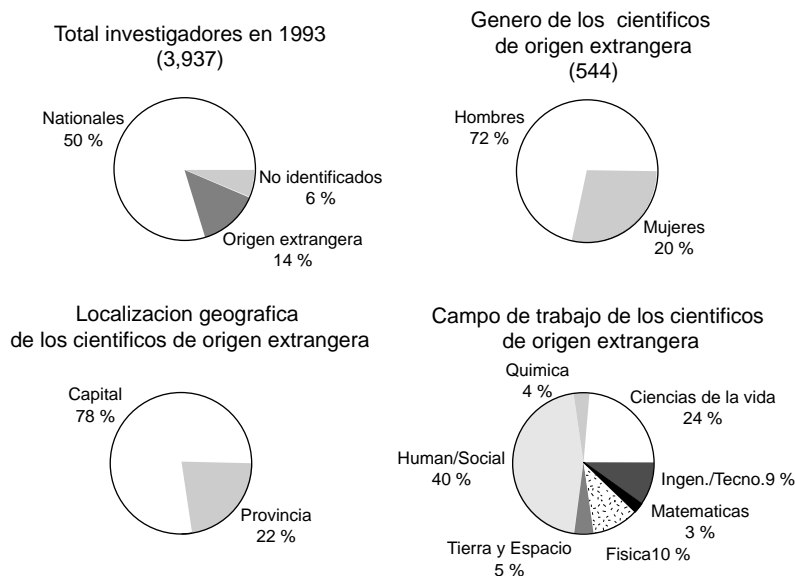


Figura 1. Investigadores de origen extranjero en el Sistema Nacional de Investigadores, 1993

El Cuadro 1 muestra los 56 países de origen de 540 investigadores. Cuatro de ellos reportaron su origen como extranjero sin dar a conocer el país. Aunque se trató de sondear el motivo para residir en México y abandonar su país de origen, en el momento de comunicarse con ellos para completar la información, algunos investigadores respondieron “por motivos personales”, sin aclarar al respecto, otros prefirieron no contestar aludiendo la ausencia de un conducto oficial.

Cuadro 1. Distribución por país de origen de los científicos extranjeros residentes en México, 1993  
Fuente : CD-ROM Sistema Nacional de Investigadores, 1993.

País	Número de personas	País	Número de personas
Estados Unidos	69	Cuba	3
Argentina	68	Holanda	3
España	56	Israel	3
Chile	39	Nicaragua	3
Polania	29	Yugoslavia	3
Francia	22	Austria	2
Alemania	21	Costa Rica	2
Italia	19	Dinamarca	2
Colombia	16	Honduras	2
Guatemala	16	Hungría	2
India	15	Irán	2
Inglaterra	15	Marruecos	2
Perú	13	Rumania	2
Uruguay	11	Suecia	2
Bélgica	9	Turquía	2
Japón	9	Ucrania	2
Brazil	8	Afganistán	1
Rusia	8	África	1
Checoslovaquia	7	Argelia	1
Suiza	6	Chipre	1
Venezuela	6	Corea	1
China	5	Grecia	1
Ecuador	4	Haití	1
El Salvador	4	Paraguay	1
Puerto Rico	4	Portugal	1
República Dominicana	4	Senegal	1
Bolivia	3	Zambia	1
Bulgaria	3	Extranjeros (reportados)	4
Canadá	3		
<b>Total</b>	<b>492</b>	<b>Total</b>	<b>52</b>

En la Figura 1 se observan también las disciplinas de trabajo de los investigadores de origen

extranjero residentes en México, en su mayoría dedicados a las Ciencias Sociales y Humanidades, 248 registros (46 %), seguidos por el área de Ciencias de la Vida con 128 (24 %).

El Cuadro 2 muestra una comparación con los indicadores de CONACYT/SEP <sup>14</sup> de 1993, con respecto a la distribución en las áreas de investigación. Aún cuando existe un equilibrio repartido con un ligero énfasis en las Ciencias Biológicas, Biomédicas y Químicas en el área de trabajo del total de los investigadores del SNI, es remarcable la inclinación hacia las Ciencias Sociales y Humanidades como disciplina en los de origen extranjero, donde se alcanza casi 50 %, además de la baja representación en el área de Ingeniería y Tecnología cuando se compara con la total en el área.

Cuadro 2. Distribución de disciplinas de las áreas de trabajo de los investigadores del SNI, 1993

\*Indicadores 1993, CONACYT/SEP

Área	Investigadores total* (3,959)	Investigadores de origen extranjero** (544)
Ciencias biológicas, boimédicas, químicas	1,223 (31%)	174 (32%)
Ingeniería y tecnología	954 (24%)	51 (9%)
Ciencias físico-matemáticas	705 (18%)	71 (13%)
Ciencias sociales y humanidades	1,077 (27%)	248 (46%)

\*\*CD-ROM Sistema Nacional de Investigadores, 1993

De acuerdo a la metodología establecida, se agruparon Medicina Clínica, Biomedicina y Biología en el área de Ciencias de la Vida, resultando un total de 128 investigadores de origen extranjero trabajando en esta área. Este micro estudio permitió cuantificar su producción. La distribución de las publicaciones durante cinco décadas, y una proyección por los tres primeros años de los 90. Muestra el crecimiento del número de publicaciones si comparamos los tres primeros años de las tres últimas décadas. Los de los 80 triplicaron la producción de los 70, y para los tres primeros años de los 90 la proyección es seis veces mayor que lo publicado en los 70 y duplica la de los 80.

Se observó también que, entre estos investigadores, la co-autoría de las publicaciones aumentó cada año entre 1941 y 1990, lo cual es significativo ya que alcanzó un 83 %.

Destaca el equilibrio en las prácticas de publicación, ya que en 40 % del total de éstas, se enlistaba un número similar de publicaciones en revistas de cobertura internacional (llamadas "mainstream"), latinoamericanas y locales (mexicanas). Los temas trataban, sobre todo, de microbiología, ecología, inmunología, biotecnología, neurología, endocrinología, genética, farmacología, y salud pública.

En cuanto a artículos publicados solamente en revistas internacionales ("mainstream"), éstos fueron 14 %. Referidos mas que nada a ciencias fundamentales en áreas como biología molecular, toxicología, neurobiología, bioquímica, inmunología, fisiología, endocrinología, biofísica, e inmunología.

En revistas puramente locales, se encontraron 12 % de publicaciones en solamente mexicanas. Básicamente de trabajos dirigidos hacia la investigación aplicada, con resultados enfocados directamente al país. Por ejemplo salud pública, agronomía, biología tropical, botánica, epidemiología, y producción animal.

El porcentaje restante muestra variación, hay participación diversa de las publicaciones en revistas mexicanas, latinoamericanas e internacionales.

Cabe destacar que se reportó poca publicación en memorias de congresos y seminarios. Se detectaron alrededor de 20 libros y una participación en actividades de consultoría con organismos internacionales (UNESCO, FAO, NU, CE. OMS), y algunos con la industria. Se reportaron trabajos de edición, de publicación de enciclopedias y material para la docencia y algunos tratando política científica. Cabe destacar la tendencia de traducir al español trabajos que fueron publicados en la lengua materna del investigador al inicio de su carrera, en su país de origen.

Otro aspecto para resaltar, es la difusión de trabajos, en los primeros años, en revistas internacionales, en los años 80 la tendencia es en revistas locales mexicanas y hacia el final de esa década se renueva la publicación en revistas internacionales.

Es en esos años cuando se empieza a publicar principalmente en revistas locales, lo que indica que es en esa época que se percibe la integración de la mayoría de los investigadores de origen extranjero en México.

## Discusión

La circulación de investigadores entre países ha sido un componente importante en la transferencia del conocimiento científico y formas de actividad a nivel internacional <sup>15</sup>. Al mismo tiempo, esta situación ha originado y motivado la migración de científicos.

La fuga de cerebros de países en desarrollo hacia otros más desarrollados es una prueba candente de la inestabilidad de una comunidad científica. Por otra parte, también es signo de la libertad que poseen los investigadores científicos a la creatividad y a la libre exploración de lo desconocido. Desde otro punto de vista, en el país huésped se les han abierto las puertas a investigadores extranjeros que no reemplazan a los que se han ido, pero que forman parte del desarrollo y del establecimiento de la comunidad científica local.

Las causas principales que ocasionan esta migración de la periferia a los países centro, son : la escasez de recursos económicos, de infraestructura y material de trabajo ; la burocracia, donde están implícitas las evaluaciones, los salarios deficientes y los pocos estímulos para los investigadores principiantes, además de las llamadas "grillas" que crean vínculos, feudos o "capillas" que amparan o desfavorecen académicamente a un investigador <sup>16</sup>.

Sin embargo, ¿qué motiva a un investigador a instalarse en un país en desarrollo científico, con problemas de orden social y político, y donde la investigación y el desarrollo en ciencia y tecnología no cuenta con el apoyo adecuado para su realización ?

México es un país rico en tradición cultural, donde las ciencias sociales y humanas son tema de gran interés para investigadores de otros países especialmente los desarrollados, que son atraídos voluntariamente hacia una investigación que sólo se encuentra y se puede desarrollar en un terreno específico. Existe también la necesidad de abandonar el país de origen, y comenzar una "nueva carrera", si se puede decir así, en el país receptor. Esto se observó sobre todo con los investigadores procedentes de los países de Europa Oriental, del grupo estudiado, conformado por los 128 trabajando en Ciencias de la Vida, su carrera se vio interrumpida, pero mostraron una adaptación rápida no solamente social sino en el desarrollo y en la dinámica de una actividad de investigación integrada a una nueva comunidad.

La productividad creciente y el equilibrio en la publicación utilizando varios niveles de difusión, es un ejemplo de la valorización a la investigación local, extensiva a la región. Las co-autorías múltiples también fueron relevantes en el presente estudio, mostrando una dinámica de colaboración a nivel institucional, nacional, regional e internacional. La co-autoría de artículos se ha vuelto un fenómeno generalizado en los últimos años, lo cual ha sido observado también como una tendencia <sup>17</sup>.

La participación de los investigadores de origen extranjero en actividades múltiples, como asesorías nacionales e internacionales, así como el interés en la docencia y en estudios paralelos sobre política científica, demuestran un compromiso hacia el país, un deseo de aportar y compartir conocimientos a nivel de sus pares, de formación para la investigación, pero sobre todo, una voluntad de integración.

La difusión de la investigación por intermedio de revistas de diferentes características, sugiere la misma tendencia observada en un trabajo precedente <sup>18</sup>, los resultados relacionados con áreas de investigación básica, tienden a publicarse más en revistas de cobertura internacional, mientras que los de investigación aplicada tienden a aparecer en las nacionales.

Las cifras de producción de los científicos extranjeros radicados en México, sugieren que el promedio por investigador en Ciencias de la Vida, durante un período de 11 años (1980-1990), es de 30 artículos. El promedio extraído de la base de datos del Science Citation Index (SCI), en las mismas disciplinas, por el mismo período, pero en este caso de la totalidad de los artículos de los científicos de México <sup>19</sup>, es de 2 por investigador. La comparación de estos dos promedios nos permite sugerir las siguientes reflexiones :

- a) La producción de los extranjeros, según el SNI, va mucho más allá de los artículos enlistados por el SCI.
- b) Si se toma en cuenta que el SNI no hace diferencia alguna entre los extranjeros y los nacionales, la producción no reportada en el SCI debe ser del mismo nivel promedio.
- c) La producción científica no enlistada por el SCI es de cobertura local (nacional) y regional (latinoamericana), ya que éste sólo incluye revistas internacionales donde las latinoamericanas no tienen gran representación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se abre la investigación hacia un estudio más a fondo sobre la producción que no está representada en SCI, pero que se encuentra registrada en el SNI, con el objetivo de determinar la actividad científica real, no solamente en un área determinada sino en todas las disciplinas del conocimiento cubiertas por SNI.

Podemos concluir que el disco compacto del Sistema Nacional de Investigadores fue de utilidad para el presente estudio, sin embargo, existen todavía vacíos dentro de los registros que se deben llenar si se quiere llevar a cabo un trabajo específico. La identificación de instituciones o de la información completa por parte de los investigadores, como el lugar de nacimiento o la motivación para emigrar, son preguntas consideradas personales, que la mayoría de las veces necesitan un protocolo diferente para investigar o que simplemente es información que no se ofrece. En cuanto a la producción cuantitativa de los investigadores estudiados, ésta fue valiosa como indicador, la expectativa para utilizar en el futuro la base del SNI como fuente de información para evaluar la actividad científica de los investigadores en México, promete ser de gran relevancia, ya que cubre todo tipo de publicaciones que actualmente no es visible utilizando otras fuentes de información.

Como punto de partida para el presente estudio exploratorio, la información del SNI fue valiosa, para el objetivo inicialmente establecido que fue identificar a los investigadores de origen extranjero en México. Los resultados sirvieron como indicador de la productividad científica de éstos y como medio para valorar y dar una percepción diferente a los análisis sobre migración científica, reconociendo que investigadores extranjeros pueden representar para un país y su comunidad científica, la mexicana en este caso específico, un real "brain gain".

## Bibliografía

- Castaños de Lomnitz, R., (1993), "La migración de talentos en México" *Ciencia y Desarrollo*, 19,12, Sep/Oct.
- Frame, J. D., (1977), *Mainstream research in Latin America and the Caribbean*, Interciencia 2, pp.143-147.
- Garfield, E., (1987), "Latin American Research. Part I : Where it is published and how often it is cited", *Current Contents*, 19, may 7.



- Hacyan, S., (1995) "Cuántos cerebros se van", *Reforma*, Dec 14.
- Narvaez-Berthelemot, N., Almada, M., and Russell, J. M., (1993), "International scientific collaboration : cooperation between Latin America and Spain, as seen from different databases", *Journal of Information Science* 19, 389-394.
- Narvaez-Berthelemot N., Frigoletto, L.P., Miquel J. F. (1992), "International scientific collaboration in Latin America", *Scientometrics*, 24 (3), pp.373-392. "Nashi mozgi deshevle" (Our brains are Cheaper) (1993), *Pravda* p.3, April 17.
- Perez-Tamayo, R., (1995), "Sobre el Nobel de Química 1995", *La Jornada*, Nov 6.
- Science & Technology Indicators (1993) published by the CONACYT/SEP, 3,959 members appeared, which represents a difference between the two sources of 22 members less in the SNI's CD-ROM.
- Vessuri, H., (1983), "Scientific immigrants in Venezuela, national identity and international science" In : *White color migrants in the Americas and the Caribbean*, Royal Institute of Linguistics and Anthropology, Leiden, Netherlands, pp.171-197.
- Vessuri, H., (1994), "Foreign Scientists, The Rockefeller Foundation and the Origins of Agricultural Science in Venezuela", *Minerva*, V. 32, 3.

- 1 Perez-Tamayo, R. 1995
- 2 Castaños de Lomnitz H., 1993.
- 3 Nashi mozgi deshevle (Our brains are Cheaper), 1993.
- 4 Vessuri H. 1994.
- 5 En los criterios de evaluación, el nivel de candidato a investigador nacional en 1993, exigía como mínimo estar inscrito en un programa nacional de doctorado.
- 6 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas, 1993.
- 7 Subject Classification and Influence Weights for 3,000 Journals. 1986.. Report prepared by Dr. Elliot Noma, CHI Research Computer Horizons, Inc. Cherry Hill, New Jersey, for the National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, and the Advisory Board for the Research Councils, London
- 8 Narvaez-Berthelemot N., Frigoletto, L.P., Miquel J. F. 1992.
- 9 Frame J. D. 1977
- 10 Comunicación personal : Russell, J. M. Mexico, 1996.
- 11 En los indicadores de ciencia y tecnología, 1993.
- 12 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (1993), Op cit. p.50
- 13 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (1993), Op cit. p.59.
- 14 Indicadores de actividades científicas y tecnológicas (1993), Op cit. p.46.
- 15 Vessuri H. 1983.
- 16 Hacyan S. 1995.
- 17 Garfield, E, 1987
- 18 Narvaez-Berthelemot N., Almada M., and Russell J. M (1993)
- 19 Comunicación personal : Russell, J.M. México, 1996.