



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

UNIDAD ZACATENCO

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD.**

**“La relación México- Estados Unidos de América (EUA) en
ciencia. El caso de la Física Mexicana”**

**TESIS
QUE PRESENTA**

LEOBARDO EDUARDO CONTRERAS GÓMEZ

Para obtener el grado de

DOCTOR EN CIENCIAS

**EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA LA
SOCIEDAD**

**Directores de Tesis:
Dr. Rafael Baquero Parra
Dr. Eduardo Robles Belmont**

Ciudad de México

Febrero, 2016

Agradecimientos

Al CONACYT por el apoyo financiero recibido durante todo mi proceso de formación académica y para la conclusión de este trabajo.

Al CINVESTAV por el apoyo en la realización de mi trabajo de investigación y formación.

Al Programa DCTS por brindarme la oportunidad de formarme en una de las mejores instituciones académicas del país.

A los directores y asesores de este trabajo por su tiempo y apoyo en la conclusión del mismo. Especialmente al Dr. Miguel Ángel Pérez Angón por su apoyo sin el cual no sería posible la presentación del mismo.

A todo el personal del DCTS por su apoyo en la realización de todos los trámites administrativos para la realización de este proyecto.

A todos ellos mi más grande agradecimiento.

Agradecimientos

A mis padres Irma Gómez Martínez y Leobardo Contreras Moreno por apoyarme a lo largo de mi vida y haberme brindado todos los apoyos para llegar hasta este momento, los quiero.

A Diana Lucia Mendoza Monzoy te agradezco todo tu apoyo, paciencia y amor, sin ti la realización de este proyecto hubiese sido mucho más difícil, gracias por todo, te quiero.

A Ximena Aurora Altonar Gómez por su apoyo en la realización de este trabajo, gracias por tus ánimos y tus consejos.

A mis compañeros del DCTS que me apoyaron y orientaron, especialmente a Rosa Margarita Morales y Juan Antonio Pichardo Corpus por sus buenos consejos y apoyo técnico.

A todos ustedes muchas gracias por su apoyo y ayuda.

ÍNDICE

Índice de Tablas y Gráficos	6
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Presentación del trabajo	11
Capítulo 1. Marco Teórico.....	14
1.1.-Estudios sociales de la ciencia en América Latina	14
1.1.1.-Antecedentes	14
1.1.2.-Teoría de la dependencia	15
1.1.3.-Ciencia periférica	16
1.1.4.-Países No Hegemónicos	17
1.1.5.-Integración (Integración Subordinada).....	19
1.2.-Relación México –EUA en Ciencia	22
1.3.-Relación México –EUA	26
1.3.1.-Teorías en la relación México- EUA en el ámbito internacional	28
Capítulo 2. La Física en México.....	30
2.1. Introducción	30
2.2 Antecedentes de la Física en México	32
2.3 La física mexicana en el Siglo XIX.....	33
2.4 La física mexicana en el Siglo XX.....	35
2.5 La física mexicana en la Segunda mitad del Siglo XX.....	39
2.6 La física mexicana a nivel de Estudios de Posgrado (Doctorado).....	40
2.7 El sistema Nacional de Investigadores	44
2.8 Panorama actual de la Física dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).....	49
2.9.- Conclusiones	63
Capítulo 3. Marco Normativo de la Ciencia y la Tecnología en México.....	69
3.1 Introducción	69
3.2.-Metodología	72
3.3.-Desarrollo.....	73
3.3.1.-Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Marco Normativo)	73

3.3.2.- Nivel Constitucional del Marco normativo del Campo Científico y Tecnológico	75
3.3.3- Plan Nacional de Desarrollo	77
3.3.4.- Programa Especial Ciencia, Tecnología e Innovación	78
3.3.5.- Nivel Federal en la intervención del Campo científico y Tecnológico.....	79
3.3.6.- El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Cooperación Internacional en materia de Ciencia Y Tecnología	108
3.4.- Conclusiones	110
Capítulo 4. Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología	113
4.1.-Introducción	113
4.2.-Metodología	115
4.3.-Desarrollo.....	116
4.3.1.-Cooperación Internacional para el Desarrollo.....	116
4.3.2.- Institucionalización de la Cooperación Internacional en México.....	123
4.3.3.-Convenios Internacionales y Acuerdos Interinstitucionales en Materia de Cooperación Científica.....	126
4.3.4.- El papel de la Fundación FUMEC en la relación México – EUA en Ciencia y Tecnología	134
4.4.-Conclusiones	136
Capítulo 5. La relación México –Estado Unidos en la Física Mexicana	140
5.1.-Introducción	140
5.2.-Metodología	140
5.3.-Desarrollo.....	142
5.3.1.-Físicos adscritos al SNI y formados en los EUA hasta 2015.....	151
5.3.2.-Patrones de colaboración internacional de los investigadores formados en los EUA en el área de Física y pertenecientes al SNI	161
5.3.3.-Colaboración México –EUA en artículos de investigación en el área de Física.....	166
5.4. Conclusiones	172
Capítulo 6. Conclusiones finales.....	176
7. Anexos	181
8. Bibliografía	185

Índice de Tablas y Gráficos

Tabla I.- Número de investigadores formados en México y EUA en las principales áreas de la ciencia mexicana hasta el año 2003	23
Tabla II.- Composición de la física mexicana por disciplinas y sexo (2013)	50
Tabla III.- Distribución de investigadoras por disciplina de la física y nivel de SNI (2013)	51
Tabla IV.- Distribución de investigadores por disciplina de la física y nivel de SNI (2013)	52
Tabla V.- Número de investigadores por sexo y nivel de SNI en el área de la ciencia física (2013)	53
Tabla VI.- Número de investigadores por intervalos de edad y su proporción porcentual (2013)	54
Tabla VII.- Instituciones donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en México (física, 2013)	59
Tabla VIII.- Estados de adscripción de los investigadores pertenecientes al SNI por nivel y sexo. (física, 2013)	61
Tabla IX.- Fuentes de financiamiento de la cooperación internacional.	118
Tabla X.- Tipos de cooperación internacional para el desarrollo (modalidades y objetivos)	119
Tabla XI.- Acuerdos internacionales bilaterales celebrados por México por materia (2016)	127
Tabla XII. Acuerdos Inter Institucionales en Materia de Ciencia y Tecnología celebrados por el CONACYT a nivel internacional	129

Tabla XIII.- Acuerdos interinstitucionales en materia de ciencia y tecnología de las entidades federativas mexicanas y estados de la unión americana e instituciones (2015)	130
Tabla XIV.- Países donde los investigadores obtuvieron su último grado registrado en la base del SNI. (2015)	146
Tabla XV.- Principales institutos de investigación en física hasta 2015	147
Tabla XVI.- Relación del instituto de adscripción en investigadores físicos y lugar de último de grado de estudios (2015)	148
Tabla XVII.- Distribución porcentual de los investigadores con estudios en el extranjero respecto a su adscripción actual (2015)	149
Tabla XVIII.- Instituciones de adscripción de los investigadores del área de física inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)	151
Tabla XIX.- Disciplinas que integra la física en el sistema nacional de investigadores por nivel de SNI hasta 2015	154
Tabla XX.- Instituciones donde los investigadores del área de física inscritos al SNI obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)	155
Tabla XXI.- Edad de los investigadores inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015).	158
Tabla XXII.- Quinquenio de doctorado de los investigadores inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)	159
Tabla XXIII.- Estados de adscripción de los investigadores inscritos al SNI en el área de física que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA y su nivel dentro del SNI (2015)	160

Tabla XXIV.- Red de coautores de los investigadores formados en EUA a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)	163
Tabla XXV.- Red de coautores de los investigadores formados en Reino Unido(United Kingdom) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)	164
Tabla XXVI.- Red de coautores de los investigadores formados en Francia (France) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)	164
Tabla XXVII.- Red de coautores de los investigadores formados en España (Spain) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)	165
Tabla XXVIII.- Red de coautores de los investigadores formados en Alemania (Germany) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016).	165
Tabla XXIX- Número de citas de los trabajos realizados en Coautoría por México y EUA cuando ocupan el lugar de primer autor y autor de correspondencia en el periodo 1977-2015.	170
Gráfico 1.- Desarrollo histórico de los programas de física a nivel posgrado en México (1950-2012)	43
Gráfico 2.- Número de artículos en colaboración entre México y EUA en el área de la física (1977-2015)	167
Gráfico 3.- Selección de artículos en co-publicación México- EUA en el periodo 1977-2015.	168
Gráfico 4- Integración de la colaboración México- EUA en física por número de artículos publicados en coautoría y separados por primer autor y autor de correspondencia México y EUA (1977-2015)	169
Gráfico 5.- Participación de México en proyecto de mega ciencia, derivados de la co-publicación entre México y EUA en el periodo 1977-2015 en trabajos con más de 20 coautores	172

Resumen

En el presente trabajo analizamos la relación que México y Estados Unidos han generado en la ciencia, ciñéndonos al análisis del caso de la física mexicana. Para llevar a cabo dicho análisis se ocuparon como marco teórico de estudio los Estudios Sociales de la Ciencia y Tecnología (ESCT), en especial los trabajos de Kreimer, Vessuri, Losego, Arvanitis y Vinck.

Se analizó la base de datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de los años 2010, 2013 y 2015, y se identificaron a los investigadores que realizaron su último grado de estudios en los EUA, posteriormente con ayuda de la Base de datos de SCOPUS de ELSEVIER se mapeó toda la red de colaboración de estos investigadores. Por último, se analizaron los trabajos que México ha tenido en colaboración con EUA del periodo 1977-2015 en el área de física, con el objetivo de identificar el papel que desempeña cada nación en dichos trabajos de coautoría. Para llevar a cabo el análisis de esta relación, se analizaron diferentes elementos de la ciencia y la tecnología en México y que impactan en el desarrollo de la física mexicana como lo son: la historia de la física en México, el marco normativo de la ciencia, la tecnología y la innovación; la cooperación internacional y los trabajos en coautoría que nuestro país tiene a nivel internacional en esta área del conocimiento.

Desprendido del análisis mencionado pudimos identificar que la principal relación que mantiene México con los EUA, en esta área del saber, es como principal colaborador en la publicación de artículos de investigación y como uno de los principales países de formación a nivel internacional de los investigadores de física e inscritos al SNI.

De los resultados que se muestran en este trabajo también fue posible identificar que México publica el 47.19% con investigadores que tienen como adscripción México y el restante 52.80% lo realiza en colaboración internacional, del cual el 20% corresponde con los EUA.

Al analizar los artículos en copublicación México –EUA en esta ciencia fue posible identificar que de cada 10 trabajos en 7 de ellos México no es líder de investigación, ni elige las temáticas a desarrollar, por lo tanto y siguiendo los ESCT en especial los trabajos de Kreimer (2006, 2007, 2008) y de Arvanitis y Losego (2008) se puede clasificar la relación de estos dos países como una relación de Integración Subordinada en esta área del saber.

Abstract

In this thesis we analyzed the relationship between Mexico and the United States generated in research. We limit ourselves to the analysis of the case of the Mexican physics. To carry out this analysis took as a theoretical framework the study of Social Studies of Science and Technology (SSCT), especially the work of Kreimer, Vessuri Losego, Arvantis and Vinck.

The database of the National System of Researchers (SNI: Sistema Nacional de Investigadores) for the years 2010, 2013 and 2015 was analyzed and we selected the researchers who conducted the most recent collaboration with the US. Then, using the SCOPUS-Elsevier we identified the entire collaborative network of these researchers. Finally, we studied the papers collaborations that Mexico has published in collaboration with the US in the period 1977-2015 in the area of physics in order to identify the role of each country in these papers. To carry out the analysis of this relationship, different elements of science and technology in Mexico were analyzed because of their impact in the development of the Mexican physics, such as: the history of physics in Mexico, the regulatory framework of science, technology and innovation; international cooperation and co-authored publications that our country has published internationally in this area of knowledge.

Related to the above analysis, we identified that the primary relationship that maintains Mexico with US, in this area of knowledge, is as main collaborator in the publication of research papers and secondly as a principal country of postgraduate training at international level of the physics researchers associated to SNI.

We were able to identify that 47.19% of publications from Mexico were published with researchers at Mexican institutions and the remaining 52.80% is done as international collaborations with, 20% corresponds to the US.

In the co-authorship analysis between Mexico and US in physics, it was possible to identify that in seven of each ten papers, Mexico was not the research leader or does not select the developed topics. Therefore, based on the ESCT study and the research from Kreimer (2006, 2007, 2008) and Arvantis & Losego (2008) the relationship of these two country can be classified as a relationship of subordinate integration in this area of knowledge.

Presentación del trabajo

El presente estudio tiene como objetivo analizar la relación que guarda México con los Estados Unidos de América (EUA) en materia de ciencia, específicamente en la física. En este estudio se analiza si la relación entre ambos países es una relación de Integración Subordinada o una relación de interdependencia.¹ En los estudios de ESCT en América Latina se han propuesto dos nociones que encontramos interesantes de movilizar en este estudio para abordar el tema de la relación de dependencia o noción de relación de interdependencia. La primera es la noción de integración subordinada (Kreimer, 2006) para las relaciones de dependencia. La segunda noción es la de países no hegemónicos Losego y Arvanitis (2008) para abordar las relaciones de tipo interdependiente. En el primer capítulo se detallan ambas nociones.

Para llevar a cabo esta investigación se analizará el periodo de 1977 a 2015, el desarrollo de la Física en México y las relaciones que ésta ha generado con los EUA. Se ha elegido el área de la Física como caso práctico por ser una ciencia de gran tradición en México pues desde el siglo XVI existen antecedentes y documentación de su amplio desarrollo en nuestro país (Lazarin, 2006). Además, actualmente es la tercera área de importancia en el desarrollo de la ciencia en México, como lo indican el número de trabajos que se publican anualmente en esta área del conocimiento (Atlas de la Ciencia, 2003) así como por el número de coautorías internacionales (Luna morales, 2012).

Otro dato por el cual es relevante analizar el desarrollo y las relaciones de la física mexicana, es debido a que está relacionado con el período donde

¹ Usamos el término de interdependencia partiendo de la premisa de que en la relación de colaboración científica entre ambos países existen intereses mutuos. Por ejemplo los investigadores mexicanos buscan relacionarse con sus pares adscritos a laboratorios y centros de investigación de prestigio con países del norte para acceder a las infraestructuras instaladas y que son escasas en los países del sur. Por otro lado los investigadores y centros de investigaciones de los países del norte abren sus puertas a los del sur con el fin de identificar y atraer talentos.

es la rama científica donde el mayor número de estudiantes mexicanos realizaron sus estudios de posgrado (Atlas de la Ciencia,2004); así mismo por la proyección que esta área del conocimiento tiene y tendrá en años próximos es fundamental conocer cuáles son los elementos, factores y circunstancias que intervienen en el desarrollo de este campo del conocimiento.

Dentro del estudio de esta área del saber se tiene previsto caracterizar los patrones y dinámicas de las colaboraciones en la Física entre México y los EUA, así como analizar el marco normativo de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

De manera conjunta se estudiarán las relaciones internacionales entre ambas naciones en materia de ciencia a través de los tratados internacionales suscritos en este campo, así como los acuerdos inter-institucionales entre ambos países. Esto con la finalidad de analizar si dichos instrumentos son una herramienta que impulsa el desarrollo de la ciencia nacional.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizarán como marco teórico los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT) desarrollados en América Latina, teniendo como principales referentes los trabajos elaborados por los investigadores Pablo Kraimer, Hebbe Vessuri, Antonio Hernández Arellano y Dominique Vinck. En el marco de los ESCT el tema de las relaciones Sur-Norte en la ciencia ha estado presente desde sus inicios, este tema ha despertado mucho interés por sus implicaciones al interior de las estructuras científicas y tecnológicas, en las políticas en ciencia y tecnología, y yendo más lejos en la sociedad. En otros términos las relaciones internacionales dentro de los ESCT es y ha sido un tema central. En la literatura la mayor parte de los trabajos son de corte cualitativo. El presente trabajo tiene bases cualitativas, sin embargo, explora datos cuantitativos con el fin de mostrar hasta que punto las

relaciones México- EUA pueden calificarse como relaciones de dependencia. En este estudio nos limitamos en abordar estas relaciones desde la perspectiva de la Integración Subordinada por cuestiones delimitantes en tiempo y recursos. En efecto, explorar el tema de la interdependencia además de un análisis cuantitativo es necesario un análisis cualitativo para enriquecer la comprensión de las dinámicas de estas relaciones. Esto requeriría efectuar encuestas, entrevistas y otras herramientas metodológicas de las ciencias sociales que han quedado fuera de nuestro alcance. No obstante a lo largo de los capítulos de esta tesis se expondrán algunos elementos útiles para el análisis de las relaciones de interdependencia de la ciencia.

Capítulo 1. Marco Teórico

1.1.-Estudios sociales de la ciencia en América Latina

La ciencia tal como la conocemos es
una de las estructuras de nuestra sociedad
Cora Sadosky 1973.

Conocer la relación entre México y EUA es fundamental para entender la realidad nacional, pues ha determinado de manera clara y factual el territorio nacional, la política económica, la política interna y externa, así como la cultura y el entorno social. Por lo tanto, al existir una interrelación con los EUA en el ámbito social, ésta relación también ha permeado en el desarrollo de la ciencia, pues al ser una actividad que se desarrolla en el seno de la misma se ve impactada e influida por los mismos factores que afectan a la sociedad (crisis económicas, problemas sociales, estímulos financieros internaciones, políticas internaciones entre otros).

Para entender cómo es que estos factores influyen el desarrollo de la ciencia nacional y la relación que guardan estos dos países, es primordial conocer y estudiar los ESCT que se han realizado en América Latina para comprender la producción del conocimiento en nuestro país y la subsecuente convivencia con los EUA en este rubro.

1.1.1.-Antecedentes

Los ESCT han estudiado desde los años 50's los factores que intervienen en la producción y desarrollo del conocimiento en América Latina, y se han preguntado por qué se desarrolla la ciencia de la manera en que lo hace y no de otra, y aún yendo más lejos se preguntan si este desarrollo puede ser diferente (Arellano, Arvanitis y Vinck, 2012)

A lo largo de estos estudios se han expuesto diferentes teorías y nociones para explicar el desarrollo de la ciencia en América Latina, entre ellas la teoría de la dependencia, la de ciencia periférica, la de países no hegemónicos, así como la de los países integrados. Estas nociones analizan las relaciones que existen entre los países con un alto grado de desarrollo en la ciencia y los países que no lo están, analizan el desarrollo científico con base en su estructura social, económica y política, pues como se ha señalado la ciencia es una actividad social que se desarrolla dentro de ella y a la cual refleja, lo que le determina la política científica interna y externa de la nación.

1.1.2.-Teoría de la dependencia

“Ninguna ayuda sustantiva – pública o privada- multi o bilateral de los Estados Unidos permite a los países latinoamericanos montar un dispositivo autónomo de investigación centrado en sus problemas y necesidades.”

Kaplan M. 1981

Esta teoría surge a mediados de los años 60's y sugiere que la investigación científica que se desarrolle en un país tendrá como principal factor el grado de independencia que ese país haya alcanzado en el plano político, económico y cultural. Esta teoría señala que la dependencia se presenta como resultado del sistema económico que se encuentra presente (Sadosky, 1973), lo que no solo afecta a la política exterior de dicha nación, sino también su política interna y por lo tanto, el desarrollo de la ciencia en dicho país. Los sujetos de la relación son los países centrales que detentan el control sobre los países dependientes y que se ven supeditados a los intereses y objetivos de las naciones centrales, dejando de lado sus propios intereses y necesidades.

Para esta teoría los indicadores que muestran el grado de dependencia de una nación respecto de otra son: económicos, militares, científico–tecnológicos, cultural-ideológicos, sociales y políticos–ideológicos (Kaplan, 1981). Y ya que los países centrales son los que detentan en mayor medida el potencial y el desarrollo científico, utilizan el rápido avance científico y tecnológico en detrimento de las naciones dependientes manteniéndolos en un lugar subordinado y que es uno de los factores fundamentales de diferenciación entre los países centrales y los dependientes.

La dependencia en materia científica se muestra a través del atraso o del crecimiento insuficiente o desequilibrado de la ciencia local, de la “fuga de cerebros”, y sobre todo en una aceptación de condiciones negativas en las relaciones internacionales y del desarrollo interno de la ciencia nacional(Sadosky,1973).

1.1.3.-Ciencia periférica

Hebe Vessuri es una de las pioneras en esta noción del análisis del desarrollo de la ciencia latinoamericana señalando las dinámicas latinoamericanas de la ciencia en un contexto periférico e integrándolo al contexto sociocultural. Vessuri estudia la relación que guarda la ciencia y la sociedad y como esta última guía las prácticas, conformaciones científicas, así como los temas de investigación e instituciones (Arellano et al, 2012). Señala también que en la construcción de la ciencia se encuentran presentes tres niveles: el de conceptos, el de los temas de investigación y de las instituciones. (Arellano et al, 2012)

La ciencia periférica tiene su origen como la primera etapa del desarrollo de la ciencia en Latinoamérica. Marcos Cueto (1989) denomina esta etapa como la fase de la excelencia periférica, refiriéndose a la integración de la

ciencia latinoamericana al modelo dominante de la investigación internacional (Losego y Arvanitis, 2008). Esta excelencia periférica muestra, según su análisis, el actuar de los investigadores latinoamericanos en el desarrollo de técnicas de éxito científico, desde la periferia, inscribiéndose en las prioridades de los programas internacionales reconocidos.(Arellano et al, 2012)

Esta noción señala que la ciencia periférica puede participar activamente en el desarrollo de la ciencia central, no estando marginada de los movimientos científicos internacionales, sino que se encuentra regulada por sus propias características. Sin embargo, la participación de los países de la ciencia periférica en proyectos de la ciencia central es de carácter subordinado a los programas diseñados por los países centrales, cuyos objetivos son resolver sus problemáticas o en búsqueda de sus propios intereses lo que no necesariamente beneficia el desarrollo de la ciencia en los países periféricos y la resolución de sus problemáticas nacionales.

1.1.4.-Países No Hegemónicos

En la literatura encontramos el concepto de países no hegemónicos como países limitados por los intercambios internacionales, pero disponiendo de ciertos márgenes de decisión para la formulación de sus políticas científicas nacionales, contando con las siguientes características (Losego y Arvanitis, 2008) en el desarrollo de su ciencia nacional:

- a) Encontrarse inmerso en la división internacional del trabajo científico.
- b) El carecer de instrumentos económicos para influir sobre las tendencias internacionales en el desarrollo de la ciencia.
- c) Y como principal característica la de poder elegir sus temas de investigación a nivel nacional y sus colaboradores.

Este concepto (países no hegemónicos) se llevó a cabo por la internacionalización de la investigación científica que se acrecentó gracias a los grandes proyectos en la ciencia (Big Science) los cuales buscan la participación de diversos grupos internacionales incluyendo a los países no hegemónicos, pues estos son utilizados para sacar provecho de sus instrumentos y beneficiándose del bajo costo del trabajo científico en dichos países, lo que convierte a los laboratorios locales en sucursales de los laboratorios centrales de los países hegemónicos.

A pesar de ello, los investigadores de los países no hegemónicos participan en las grandes redes internacionales de investigación con el objetivo de acceder a los fondos internacionales y trabajar con instrumentos con los cuales no cuentan en sus laboratorios locales. Esto a menudo significa trabajar o investigar temáticas impuestas por los otros países que no siempre resuelven o caracterizan las necesidades de la ciencia de los países no hegemónicos.

La participación de los investigadores de los países no hegemónicos no solo obedece a la inquietud de pertenecer a estos programas científicos internacionales, sino también derivado de los lazos que se realizaron en las estancias doctorales y posdoctorales, donde adquirieron los vínculos para estas colaboraciones quedando inmersos en estas prácticas del desarrollo de la ciencia.

Una situación particular en este desarrollo de la ciencia es que el avance científico no impacta en un beneficio económico ni social a los países no hegemónicos, pues son los laboratorios “especializados centrales” los que aprovechan las condiciones de trabajo y los bajos ingresos de los investigadores en los países no hegemónicos para cumplir con las demandas de los sectores productivos repercutiendo positivamente en la economía de los países más avanzados en ciencia.

1.1.5.-Integración (Integración Subordinada)

Esta noción señala que el desarrollo de la ciencia en Latinoamérica ha pasado por diferentes estadios en los que su producción y desarrollo han sufrido diversas modificaciones; dichas etapas las podemos identificar de la siguiente manera (Arellano et al, 2012):

a) Internacionalización fundadora.- Es donde se fundan los nuevos campos científicos, estancias de científicos consagrados de las naciones más desarrolladas en ciencia. Periodo 1870 – 1920.

b) Internacionalización liberal (primera fase).- Negociaciones individuales de agendas de investigación con equipos centrales y sobre temas de corriente principal. Periodo 1920 - 1960.

c) Internacionalización liberal (segunda fase).- Emergen las políticas de ciencia y tecnología en América Latina, se desarrollan instrumentos de apoyo para la investigación. Periodo 1960 – 1990.

d) Internacionalización forzada (grandes redes).- Se integran los investigadores a las grandes redes de proyectos, se estratifica la división del trabajo científico, virtual inexistencia de elección de líneas de investigación para los investigadores latinoamericanos. Periodo 1990 – hasta la actualidad.

El periodo actual donde se inscribe el concepto de integración subordinada es la participación de los científicos latinoamericanos de excelencia en mega redes de investigación, proyectos internacionales donde se les asigna específicamente una parte de la búsqueda de conocimiento el cual forma parte del problema conceptual mayor (Kreimer, 2006). Esto les permite “integrarse” a la investigación actual, asistir a congresos, conocer

información que puede guiar sus investigaciones y como factor primordial acceder a recursos o fondos de carácter internacional.

Las ventajas de estar integrado a este sistema consisten en la visibilidad internacional del investigador, la legitimación de su labor científica pues aporta conocimiento a un tema de actualidad y de importancia internacional, le permite reforzar sus lazos con investigadores internacionales lo que le significará mayor número de colaboraciones con los grupos centrales de investigación, el uso de instrumentos de avanzada y el acceso a la participación de investigación de punta, acceso a spin-offs y puestos de trabajos para sus jóvenes investigadores.

Sin embargo, para los científicos latinoamericanos esta integración a las grandes redes de la ciencia les coloca en una integración subordinada. Esta integración consiste en una división internacional del trabajo científico, donde los investigadores latinoamericanos más competentes trabajan sobre líneas altamente especializadas pero rutinarias como son: los controles, las pruebas, los test de conocimiento que ya fueron establecidos como tales por el grupo que coordina la gran red a la que pertenecen (Kreimer, 2006).

Esta integración subordinada también genera (Kreimer, 2006):

- a) Que la investigación de la ciencia de periferia esté integrada a la división internacional del trabajo científico, lo que genera que el trabajo de investigación sea poco innovador.
- b) Que las líneas de investigación y sus utilidades sean fuertemente dependientes de los dictados por los centros que operan las grandes redes de conocimiento.

c) Que las agendas de investigación de los grupos científicos de periferia tengan un margen reducido en la orientación de sus líneas de investigación en colaboraciones internacionales.

d) Que los programas locales de investigación y sus grupos traten sus objetos e intereses como modelos teóricos, sin importar que estos se hayan señalado como prioritarios para su nación.

Estas características generan que las líneas de investigación de los científicos latinoamericanos estén dirigidas por otros contextos internacionales, y que responden a las necesidades intelectuales, económicas e institucionales de los países que dictan los objetivos de las grandes redes del conocimiento, lo que generalmente deja de lado las necesidades locales.

Lo anterior tiene como objetivo ser un breve resumen de las corrientes por las cuales se puede entender el desarrollo de la ciencia latinoamericana, hay que señalar que en el presente trabajo no se explican de manera exhaustiva cada una de ellas. Esto debido a que este trabajo no tiene como finalidad ser una reseña de las mismas, sino que solamente se esbozan como un marco teórico de la situación en la que se puede encontrar México en relación con los EUA. en materia de ciencia, específicamente en el desarrollo de la física mexicana.

De los marcos teóricos de los ESCT en América Latina anteriormente enunciados surge entonces la pregunta ¿Qué tipo de relación es la que guarda México con EUA en ciencia? Para dar respuesta a esta pregunta y teniendo en consideración el contexto de México en el desarrollo de la ciencia y la tecnología dentro de los ESCT en América Latina se plantean las siguientes hipótesis de trabajo.

Primera.- Debido a las relaciones de los investigadores, instituciones y acuerdos internacionales existe una relación de integración subordinada entre México y los EUA en la física mexicana.

Segunda.- Debido a las relaciones de los investigadores, instituciones y acuerdos internacionales existe una relación de interdependencia entre México y los EUA en la física mexicana.

Esta investigación se inscribe en los ESCT ya que intenta contestar estas preguntas desde las nociones de integración subordinada e interdependencia científica tomando en consideración el contexto histórico del desarrollo de la ciencia y la tecnológica en específico el contexto de la física mexicana y su interrelación con diferentes actores sociales.

1.2.-Relación México –EUA en Ciencia

Para el periodo de 1996 a 2004, México publicó un total de 52,442 artículos científicos, de ellos el 38% fueron en colaboración científica (19,927), de los cuales el 33.40% fueron realizados en colaboración con los Estados Unidos de América (Luna Morales, 2012). Es clara la relación de colaboración científica que nuestro país guarda con los EUA; sin embargo, la relación científica entre ambos países no solo se ciñe al apartado de artículos científicos, sino que también tiene un lugar preponderante como lugar de formación de los investigadores mexicanos a nivel internacional, por tal motivo se muestra la tabla I donde se presentan para el año 2003 el número de investigadores que realizaron su doctorado en dicho país.

Tabla I.- Número de investigadores formados en México y EUA en las principales áreas de la ciencia mexicana hasta el año 2003 (Atlas de la ciencia Mexicana, 2014)

Área Científica	Total de grados obtenidos en México	Sin especificar	Total de grados obtenidos en EUA
Biología	466 (174)	479 (167)	93 (22)
Física	557 (82)		168 (17)
Química	292 (105)	209 (77)	*53 (17)
Ciencias de la tierra	98 (28)	161 (40)	66 (6)
Matemáticas	177 (35)	50 (20)	157 (19)
Ingeniería	178 (16)	378 (61)	94 (5)
Agrociencias	98 (26)	241 (53)	65 (12)
Medicina	226 (105)	280 (114)	38 (11)
Ciencias Sociales	214 (81)	446 (140)	105 (25)
Humanidades	383 (11)	663 (318)	96 (40)

Los resultados marcados con un asterisco señalan que para esa rama de la ciencia en ese periodo de tiempo Estados Unidos de América no fue el país donde el mayor número mexicanos recibieron su grado de doctor. Los números entre paréntesis expresan el número de mujeres (Atlas de la ciencia Mexicana,2014).

De la tabla anterior podemos observar que el principal país en donde los estudiantes mexicanos prefieren obtener su doctorado es en los Estados Unidos de América por lo que la relación científica entre ambos países se refuerza, no solo por el número de colaboraciones en artículos científicos, sino también por el lugar en donde los estudiantes de doctorado deciden realizar sus estudios de posgrado. Estos datos son indicativos de que existe una estrecha relación entre ambos países en materia de ciencia, y dicha relación puede ayudar a comprender la actual situación de la ciencia en México.

Hasta ahora podemos vislumbrar que México se encuentra o en una relación de integración subordinada con los EUA o en una relación de interdependencia. Las características que nos señalan la integración subordinada con los EUA en el rubro científico son el crecimiento insuficiente o desequilibrado de la ciencia local, así como la movilidad de recursos humanos altamente calificados hacia dicho país y sobre todo en una aceptación de condiciones negativas en las relaciones internacionales. Sadosky (1973) indica que "... la investigación científica que se realiza en un país depende fundamentalmente del grado de independencia que este haya podido alcanzar en el plano político, económico y cultural..."

Y si tenemos en consideración la situación actual de nuestra nación a nivel político, económico y social debemos preguntarnos ¿Qué tantos grados de libertad detentamos en estas áreas? Y más importante aun ¿Con qué libertad es que deciden los investigadores mexicanos los temas y líneas de investigación en sus laboratorios y centros de estudios?

Para la hipótesis de que México esté inmerso en una relación de interdependencia con los EUA, hay que preguntarnos si los supuestos que se señalan característicos de esa producción del conocimiento se encuentran presentes en la actual situación de la ciencia mexicana, como lo son que los científicos mexicanos que pertenecen a las grandes redes de colaboración realicen labores de gran impacto en la innovación de conocimiento, que las líneas de investigación planteadas por los científicos mexicanos orienten a las temáticas de las grandes redes de colaboración internacional y, aún más importante, que estas líneas de investigación propuestas por los científicos nacionales correspondan a intereses locales y busquen la resolución de problemáticas de interés nacional.

Kreimer (2006) señala como una característica de la integración subordinada, la medida en que la elección de las líneas de investigación,

así como la visión en conjunto del problema conceptual y sus utilidades sean dictados por los centros de referencias y que busquen los intereses sociales, cognitivos y económicos de los grupos centrales pertenecientes a los países desarrollados.

Para comprobar la hipótesis de si México se encuentra en una relación de integración subordinada científica con los EUA, es necesario preguntarse el grado de libertad que el gobierno mexicano tiene para dictar sus políticas públicas en materia de ciencia y tecnología; para ello hay que conocer la realidad política interna e internacional y su vinculación con los EUA, pues el desarrollo de la ciencia y la tecnología en esta teoría se ve íntimamente ligado con el grado de independencia que tienen los países para dictar sus políticas públicas en sectores primordiales para la nación (Sadosky, 1973; Kaplan, 1981).

Con el fin de analizar la relación entre ambos países es necesario estudiar los tratados internacionales bilaterales que se encuentran suscritos en materia de ciencia y tecnología, pues estos instrumentos son los que vinculan internacionalmente a los países en estos campos.

Es necesario analizar la injerencia política que ha tenido los EUA en la instauración de políticas públicas, instituciones, organismos y centros de investigación en territorio nacional y, más importante, conocer si los estímulos económicos internacionales otorgados están condicionados a una o varias obligaciones por parte del gobierno mexicano en el sector científico y tecnológico.

Como se enunció en párrafos anteriores este trabajo tiene como marco teórico los ESCT en América Latina, dentro de los cuales se analizará la relación que guardan estos países en materia de ciencia. Y de los cuales se recuperará la noción teórica de la integración subordinada que permitirá

analizar el desarrollo de la física mexicana en un contexto internacional, y sobre todo analizar el papel que desarrollan los investigadores mexicanos en la ciencia internacional y en su colaboración con los EUA.

La noción de ciencia periférica aportará un marco de referencia que permitirá una posible respuesta del lugar que la física mexicana tiene a nivel mundial y el papel que desempeña como una ciencia de excelencia en la periferia. Y por último las nociones de países no hegemónicos y teoría de la dependencia permitirán estudiar en un contexto internacional las relaciones que mantienen México y Estados Unidos en la física, ya que desde estos conceptos es posible analizar el impacto que los tratados internacionales, acuerdos inter-institucionales, organizaciones e instituciones generan en la práctica y las dinámicas de la física mexicana.

1.3.-Relación México –EUA

Para entender la relación que guarda México con los Estados Unidos de América en materia científica y tecnológica es necesario adentrarse en las relaciones políticas que mantienen ambas naciones. Pues estas determinan las políticas económicas, culturales e internacionales que se manifiestan en los dos países y sobre todo en México y las cuales determinan las políticas públicas en materia científica, tecnológica y de innovación. (Sadosky,1973, Markina,2014 y Greiff,2014)

Históricamente se ha constatado que la relación con los Estados Unidos de América ha moldeado la realidad de la nación mexicana en materia económica, comercial, en sus relaciones internacionales, en su sociedad y hasta en su cultura (Herrera y Santa Cruz, 2011). El análisis de estas relaciones nos permite comprender el nivel de importancia que guarda los Estados Unidos de América para México y viceversa. Chaves Espinosa (2003) menciona que “desde la perspectiva mexicana la relación con EUA es prioritaria y como tal debe ser de alta atención, mientras que para

Estados Unidos la relación con México si es importante, pero es una de varias, son contadas las ocasiones en que requiere alta atención”

Esta primera visión nos permite vislumbrar el contexto en el que se encuentra la relación entre ambas naciones. Si bien dicha relación ha sido benéfica para ambos países, lo es también que para México tener un vecino con el poderío económico, social, militar, científico, y tecnológico, como lo es Estados Unidos de América le ha significado una serie de conflictos no solo para con este, su vecino del norte, sino para el interior de su territorio, en la toma de decisiones económicas y hasta en sus políticas internas e internacionales. (Herrera et al, 2011)

El comportamiento de esta relación atiende a los tipos de intereses que determinan la relación bilateral entre naciones. Siendo estos coincidentes, indiferentes u opuestos y en ellos radica la importancia de la relación internacional. Sobre este punto, Krasner (1990) señala 4 tipos de estrategias del comportamiento en las relaciones internacionales:

- a) Acción unilateral: Donde no se toman en cuenta las decisiones o posiciones de otros actores.
- b) Conducta estratégica tácita: Que evalúa las opciones de política abierta a otros actores, y seleccionando la opción que tenga la probabilidad más alta de maximizar sus propios objetivos.
- c) Cooperación explícita: Comprometerse a través de negociaciones formales bilaterales y explícitas (tratados internacionales).
- d) Creación de nuevas estructuras institucionales: Es el establecimiento de nuevas formas supranacionales de autoridad y en casos extremos pueden afectar la soberanía.

El autor de referencia indica que como principal obstáculo se encuentra la asimetría del poder pues si un estado puede obtener beneficios sin

sujetarse a restricciones, optará por actuar unilateralmente, lo que limita la colaboración entre los estados.

1.3.1.-Teorías en la relación México- EUA en el ámbito internacional

Existen diferentes teorías que explican las relaciones entre México y los EUA. lo que permite crearse un panorama de la actual relación, entre ellas encontramos las siguientes:

1.3.2.-Teoría realista

Señala que mientras existan asimetrías del poder entre los actores, la cooperación será muy complicada, debido a los temores respecto a abusos, dependencia y ganancias relativas. En la relación México – EUA se dificulta la cooperación ya que esta ocurre en las áreas o periodos en que las capacidades de poder sean más o menos iguales. (Verea, Fernandez y Weintraub, 1998)

1.3.3.-Teoría de la dependencia

Describe la subordinación y explotación del país desarrollado sobre el subdesarrollado o en vías de desarrollo, apartando la búsqueda de intereses mutuos. Esta teoría explica la situación de América Latina por fenómenos internos y externos como lo son los económicos, sociales, ideológico-culturales, políticos, militares y científicos (Kaplan 1981).

Señala que América Latina se incorpora a la esfera de dominación integral de Estados Unidos y sus corporaciones transnacionales que la penetran en sus principales niveles y aspectos.

1.3.4.-Teoría de la interdependencia

Keohane Robert (1988) la señala como la dependencia mutua y describe que existen dos tipos, la interdependencia compleja o asimétrica donde los actores no tienen que ser simétricos, pues la falta de esta simetría es la

fuerza de subordinación entre los estados involucrados, en esta relación los actores se involucran cada vez más por las interacciones entre ellos, y niega que este tipo de relación genere beneficios para ambos estados.

La Interdependencia simple que divide en dos vertientes, la positiva mientras más alta sea la interacción de los actores será mayor la cooperación entre ellos y la Negativa que aun que exista mayor interacción no generará mayor cooperación. Complementando lo anterior Vereva et al (1998) indica que mientras más interacción exista entre los actores, las políticas bilaterales tenderán a buscar más la complementariedad económica donde ésta generará incentivos para cooperar, sin embargo la relación no siempre es equilibrada.

Estos enfoques teóricos permiten analizar políticamente las relaciones internacionales que se manifiestan entre ambos países; sin embargo, no son suficientes para comprender la totalidad de interacciones entre ellas. Sobre este punto, Chabat (1996) ya ha señalado que “los paradigmas teóricos vigentes no logran englobar la complejidad de la política internacional”. Como es el caso de la ciencia, pues si bien en el ámbito económico la dependencia puede ser una realidad superada por la nación mexicana, también lo es que para muchos autores entre ellos Bustamante (1989) y Garza (1996), señalan que México actualmente vive una relación de interdependencia con los Estados Unidos de América, pero en el rubro científico cabe preguntarse ¿Cuál es la actual relación que existe entre México y los EUA en física? Y ¿Cómo impacta en el desarrollo de esta?

Capítulo 2. La Física en México

2.1. Introducción

Actualmente la física es una de las principales disciplinas científicas que se desarrollan a nivel nacional, así lo muestran los últimos datos recabados por el Atlas de la ciencia 2014, donde señala que es la tercer área con mayor número de investigadores, la tercer ciencia con el mayor número de artículos científicos publicados en revistas indexadas, así como una de las ciencias con mayor infraestructura a nivel nacional.

El presente capítulo tiene como principales objetivos mostrar un panorama actualizado de la ciencia física en nuestro país y segundo, servir como una base sólida para realizar una interpretación de los datos obtenidos que nos ayuden a contestar las preguntas centrales de esta investigación ¿Qué tipo de relación guarda México con los Estados Unidos de América en la física mexicana? ¿Es una relación de integración subordinada o por el contrario una relación de interdependencia?

Con el fin de conocer la integración de este panorama de la física en México, así como sus características se realizó un análisis con la base de Datos del SNI del Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT) debido a que es una fuente confiable de información. Esta base de datos es sistemáticamente actualizada por este organismo público, y debido a que cuenta con registros a nivel nacional sobre los investigadores de las áreas centrales de la ciencia y la tecnología en México.

Entre la información que fue posible extraer de esta base de datos² se encuentra las siguientes: principales disciplinas de estudio en la física

² Las bases datos que sirve para realizar el análisis en cuestión fueron proporcionadas por el Doctor Miguel Ángel Pérez Angón integrante del departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV- IPN) y al Doctor Eduardo Robles

mexicana, la integración por sexo, la edad de los investigadores, su lugar de formación y su fecha de egreso del último grado obtenido. Es importante hacer la aclaración que no se cuenta con la información de si realizaron o no estudios de posdoctorado.

Antes de entrar de lleno a los resultados obtenidos del análisis de la base de datos del SNI, se presentará una semblanza histórica de los antecedentes de la física en México. Aclarando al lector que este trabajo no tiene como objetivo ser una investigación de la historia de la física, pues para dicho fin existen obras especializadas y que estudian a fondo el desarrollo histórico de este campo del conocimiento como lo son las obras de Menchaca (2000), Collazo-Reyes, Luna–Morales, Rusell J. M y Perez-Angón, M.A (2010), Pérez –Angón y Torres-Vega (1998) entre otros.

Posteriormente y con el objetivo de mostrar la importancia y el impacto que el SNI ha tenido como instrumento de política pública en el sector científico y tecnológico se presentan sus principales antecedentes, características y logros que fue posible identificar en la elaboración de este trabajo.

Como parte central de este capítulo se presentan los resultados obtenidos al analizar a este gremio científico dentro del Sistema Nacional de Investigadores, mostrando su conformación por el número de investigadores por disciplinas que integran la física dentro del SNI, los países donde se formaron los integrantes de esta área del conocimiento, así como las instituciones de formación nacional, entre otros.

Belmont Integrante del Laboratorio de Redes de la Universidad Nacional Autónoma de México, a los cuales se les agradece su apoyo y orientación para la elaboración de este análisis, señalando que la responsabilidad de cualquier error que se pueda encontrar en los datos obtenidos corresponde únicamente a mi persona.

2.2 Antecedentes de la Física en México

La ciencia física en nuestro país es una de las ciencias con mayor historia a nivel nacional. Prueba de ello son los grandes descubrimientos que tuvieron las culturas originarias de este territorio como lo fue el uso del cero quinientos años antes que las culturas europeas, la implementación de un calendario preciso derivado de la observación celeste casi 12 siglos antes que se instaurar en Europa por el papa Gregorio. Sin embargo, en lo referente a esta ciencia los conocimientos que se tenían de los mismos no eran expresadas como conceptos teóricos sino que se encontraban inscritos en sus tecnologías de construcción, de irrigación y extracción de metales (Menchaca, 2000) por lo tanto, podemos señalar que existe una rica historia de esta ciencia pero no una tradición pues como indica Trabulse (2010) la tradición de una ciencia requiere de continuidad ininterrumpida de esfuerzos comunes para establecerse con raíces propias y profundas.

Como veremos en los párrafos siguientes en el siglo XIX en México no existen las condiciones idóneas para que pudiese instaurarse una tradición científica en esta área del saber. Esto derivado en primer lugar por la búsqueda de la independencia de la nación de la corona española y en segundo lugar la posterior instauración de un gobierno autónomo, constante y con una relativa paz social, así como una situación económica favorable que permitiera el desarrollo de esta ciencia en nuestro país. Sin embargo, esto no significó que no existieran instituciones, personajes, esfuerzos y logros en la física mexicana.

Es a partir del Siglo XX que nuestro país desarrolla las características sociales, políticas y económicas que permiten la institucionalización de la ciencia física en nuestro país, como una de las principales áreas del conocimiento a nivel nacional.

2.3 La física mexicana en el Siglo XIX

El primer antecedente de la física que existe en nuestro país data del siglo XVI. Gracias a los trabajos de los ingenieros y constructores del desagüe de la capital de la Nueva España, labor que permitió la entrada de novedosas tesis mecanicistas. Esto y la resolución del problema del desagüe de las minas generó diversos estudios de los principios de las bombas aspirantes, lo que influyó directamente en el estudio de conceptos como vacío y presión atmosférica (Trabulse – Atala, 2010).

La resolución de estos problemas prácticos repercutió en las investigaciones sobre la física, la cual empezó a desligarse del pensamiento escolástico de la época. Para el periodo comprendido de 1680 a 1750 se introducen en la Nueva España diversos instrumentos como el barómetro, el termómetro, la bomba neumática, el anemómetro, el higrómetro y el microscopio. (Trabulse – Atala, 2010). En este mismo periodo de tiempo, en las escuelas de la orden jesuita se empiezan a estudiar con ciertas restricciones las teorías de la física newtoniana. Hay que señalar que para esta época (siglo XVI) existían ya diversos centros (estados) que destacaron por aglomerar el desarrollo del pensamiento científico de la época, contando con pequeños núcleos de científicos: La Ciudad de México, Puebla, Guanajuato, Querétaro, Mérida, Guadalajara, Morelia, Oaxaca y Campeche. (Trabulse – Atala, 2010).

Es para mediados del siglo XVIII que los estudios de física experimental en las áreas de mecánica, óptica, acústica, termometría, electricidad, magnetismo, cronometría, meteorología y técnicas experimentales pasan a ser estudios habituales de la época. En 1792, con la creación del seminario de minería, se gesta el primer esfuerzo de institucionalizar la física en México, y es para 1798 que se instala el primer laboratorio de física que contenía un instrumento para medir la aceleración de la gravedad, un

generador electrostático y un telescopio. (Trabulse – Atala, 2010). Es gracias a la creación del seminario de minas que se dan las pautas para la impartición de cursos de física sobre diversos temas como lo son problemas de estática, cinética y dinámica de sólidos, leyes del movimiento, de la atracción, hidrodinámica, hidráulica e hidrostática, teoría de los gases y leyes de la óptica. (Trabulse – Atala, 2010).

El programa de estudios del seminario de minería estaba conformado por matemáticas superiores, física, química, topografía, dinámica, hidráulica, laboreo de minas, lenguas y dibujo. (Faculta de Ingeniería. UNAM 2013.) En el año 1797, el seminario de minería se convierte en el primer instituto de investigación científica del continente. Posteriormente, en el año 1813 el seminario de minas se traslada al palacio de minería, y es debido a la inestabilidad política del período que la física en el país sufre un atraso, no teniéndose mayor información del seminario de minería hasta su cambio de nombre en 1833 cuando se le denominó Escuela de Estudios Mayores en Física y Matemáticas. (Trabulse – Atala, 2010).

Es debido a los diversos acontecimientos políticos de la época, que la física en México sufre un abandono hasta el año de 1867 con la fundación de la Escuela Nacional de Preparatoria. Momento en el cual resurgió un entusiasmo por la física; muestra de ello fue la publicación del texto introductorio a la física en 1870, y es gracias a este renovado interés por las ciencias incluida la física que en para finales del siglo XIX se fundan varias asociaciones de investigación científica como lo son: la sociedad “Benjamin Franklin” (1878) que seis años después se renombraría como Sociedad Científica “Antonio Alzate” que para el posterior siglo sería designada por decreto presidencial como Sociedad Nacional de Ciencias; La Sociedad Científica “Alejandro de Humboldt”(1886); la Sociedad Científica “Leopoldo Río de la Loza” (1886) y la Academia de Ciencias Exactas, física y Naturales (1890). Además, uno de los principales logros

de este periodo en la física mexicana fue la fundación del Observatorio Astronómico Nacional en el año 1878.

Hay que hacer el señalamiento que la física mexicana que se desarrollaba en el siglo XIX en su gran mayoría se dedicó a la recepción y divulgación de la ciencia desarrollada en otros países especialmente los avances científicos Franceses (Trabulse-Atala, 2010).

2.4 La física mexicana en el Siglo XX

Ruy Pérez (2010) señala que los primeros diez años del siglo XX todavía pertenecen al siglo XIX, pues constituyen el final del porfiriato lo que se ve representado como un cambio en las situaciones sociales, políticas y económicas del país, situación que impactaría directamente en el desarrollo de la ciencia en México incluida la física.

A pesar de los cambios políticos que ya se gestaban desde finales del siglo XIX y que culminarían con la revolución mexicana, la comunidad científica del país había acumulado el suficiente potencial de acción que se desarrollaría a lo largo del siglo XX. Muestra de ello y gracias a la relativa paz proporcionada por el porfiriato fue la inauguración de la Universidad Nacional y la Escuela de Altos Estudios que tendrían como principal objetivo promover el desarrollo de la ciencia en México.

La escuela de altos Estudios la cual fue fundada un par de meses antes que la Universidad Nacional y que finalmente se incorporaría a esta última es el primer antecedente de la institucionalización de la ciencia física en el siglo XX en nuestro país. La escuela de altos estudios al momento de su fundación y siguiendo esquemas europeos se formó originalmente con tres secciones: Ciencias exactas (físicas y biológicas), Humanidades y ciencias políticas y Ciencias sociales.

Al momento de su creación su objetivo era ser el centro con mayor nivel educativo del país pero primordialmente siendo un centro de investigación

que tendría la tarea no solo transmitir conocimiento sino también de generarlos por medio de descubrimientos esenciales y buscando verdades desconocidas. (Perez Tamayo, 2010). Muestra de lo anterior fueron las palabras en su discurso inaugural a cargo de Justo Sierra que señaló: “Nuestra ambición... será que en esa escuela se enseñase a investigar a pensar, investigando y pensando, y que la sustancia de la investigación y el pensamiento no se cristalice en ideas dentro de las almas, sino que esas ideas constituyesen dinamismo perennemente traducibles en enseñanza y en acción...” (Pérez Tamayo, 2010).

Para lograr dicho objetivo y con la finalidad de dotarlo de una estructura real se le incorporaron otras instituciones nacionales como lo fueron el Instituto Médico, el Instituto Paleontológico y el Instituto Bacteriológicos. Sin embargo, y a pesar de los ideales con los que fundó, la realidad que vivía la escuela era muy diferente pues a pesar de su posterior inclusión a la Universidad Nacional, la escuela de altos estudios carecía de un edificio en donde se impartieran clases y conferencias, por lo que estas se impartían en diferentes lugares ya fuese en la escuela preparatoria o el edificio de jurisprudencia. También carecía de laboratorios y biblioteca, por lo que realizar investigación científica estaba fuera de sus capacidades.

El futuro de la escuela de altos estudios se vio afectado no solo por la cambiante situación social que para finales del año de 1910 y principios de 1911 era de franca rebeldía en contra del gobierno porfirista sino principalmente por el movimiento anti positivista y anticientífico que se había instaurado en ese periodo que tenía como principales exponentes a José Vasconcelos, Julio Torri, Antonio Caso y Alfonso Reyes, entre otros. (Pérez Tamayo, 2010).

Este movimiento (el anti positivismo) recuperaba la importancia de la cultura no solo de la nación sino de toda la cultura occidental, el cual

permeo y afecto de tal manera a la escuela de altos estudios que generó un cambio radical en el enfoque de la misma, pasando de ser la primera institución precursora de la investigación básica de nuestro país a convertirse en escuela enfocada a las humanidades.

Esta reestructuración dio origen a la facultad de Filosofía y Letras y junto con esta a una facultad de graduados en la cual se contempló por primera vez la posibilidad de formar maestros e investigadores de Ciencias físico-matemáticas. (Pérez Tamayo, 2010)

Las relaciones del recién formado estado mexicano y la universidad eran esencialmente inestables por dos razones, la primera por la falta de tiempo en la estructuración de la novísima universidad que se había planeado y fundado sobre un régimen político en vías de extinción (el porfiriato) y segundo, porque el estado mexicano pasaba por un periodo de transición y de construcción con los nuevos ideales revolucionarios.

Las relaciones de la universidad con los gobiernos mexicanos habían sido distintas debido a la ideología de los jefes de estado y por la volatilidad de los gobiernos, habían sido buenas con el gobierno de Porfirio Díaz, malas con el gobierno de Madero , buenas con el gobierno de Adolfo de la Huerta y malas con el presidente Venustiano Carranza. Prueba de las dificultades y roces con este último y la comunidad científica fue el decreto presidencial de fecha 6 de septiembre de 1915 que desahucio al Instituto Médico Nacional por no considerarlo prioritario a los intereses de la nación. (Pérez Tamayo, 2010).

Por otro lado, se puede considerar que el periodo de la guerra de revolución fue uno de los momentos más difíciles en la relación entre la comunidad académica y científica y el gobierno mexicano, no solo debido a la guerra sino al posicionamiento de sus dirigentes respecto de la

educación y la ciencia. Otro ejemplo de ello fue el 6 de noviembre de 1914 cuando se cerraron todos los centros educativos del país incluidas las universidades debido a la apremiante situación del naciente estado mexicano.

Posteriormente, en 1928 el país alcanzo un relativo estado de paz, históricamente sucedieron aun ciertos enfrentamientos armados como fue la revolución escobarista y la guerra de los cristeros, pero estos ya no alcanzaron a todo el territorio mexicano lo que permitió paulatinamente la construcción del nuevo estado mexicano y con ello un panorama propicio para el desarrollo de las ciencias incluida la física.

Ya en la década de los treinta del siglo XX y con la ya obtenida autonomía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el rector Manuel Gómez Morin propuso reorganizar la enseñanza y la investigación de las ciencias. Una de las primeras reorganizaciones fue la de fundar una escuela de ciencias físicas y matemáticas que incluyera a las secciones de física y matemática que hasta ese momento eran impartidas por la facultad de Graduados. (Menchaca, 1997)

Esta labor fue dejada en manos del ingeniero Ricardo Monges López que para febrero de 1937 había sido llevada con éxito. Este hecho fue un factor determinante para el desarrollo de la física en México, pues para principio de 1938 y por iniciativa de Ricardo Monges se formó el instituto de investigación de ciencias físicas y matemáticas, que posteriormente (1942) sería simplemente denominado de física. Con la anexión de un departamento de Biología, la escuela se transformó en facultad y paso a llamarse Facultad de Ciencias en enero de 1939. (Facultad ciencias UNAM, 2015) .

2.5 La física mexicana en la Segunda mitad del Siglo XX

Como lo señala Pérez Tamayo (2010) durante la primera mitad del siglo XX las relaciones del estado mexicano con la ciencia fueron variables. A principios del porfiriato fueron favorables, durante la revolución mexicana, complicada y mayormente desfavorable y a finales de los años 40's oficialmente positivas en el discurso.

Sin embargo, en la década de los 50's surgieron acontecimientos que apoyaron el fortalecimiento de la física en el territorio nacional entre ellos la reestructuración de la sociedad mexicana de ciencias físicas que adopto desde entonces el nombre de Sociedad Mexicana de Física y que en 1953 publicó la revista mexicana de física.

Derivada de esta reestructuración y del propio fortalecimiento de la comunidad física en 1959 el primer presidente de la Sociedad Mexicana de Física (Marcos Moshinsky) organizó la escuela Latinoamérica de física, la cual sigue operando de forma itinerante cada tres años y en la cual participan varios países de latinoamericanos. (Menchaca, 2000)

Moshinsky también fue precursor de la academia de la investigación científica fundada en 1961, la cual estaba integrada por diferentes áreas de la ciencia. Debido al decaimiento de la Academia "Antonio Alzate", fue que la academia de investigación científica ocupó su sitio como una de las principales asociaciones científicas del país. Igualmente, gracias a la trayectoria sobresaliente de Marcos Moshinsky se le considera el padre de la física nuclear teórica en México y desde el fallecimiento del Profesor Sandoval Vallarta es el físico mexicano con mayor reconocimiento a nivel mundial (Menchaca, 2000).

El posterior avance de la física en nuestro país se dio a nivel interno, ya que fue con éxito que se instauró en Puebla la segunda sede de la carrera de física en el país y el cual fue el primer intento de descentralización de esta ciencia (Menchaca 1997). Fue entonces en 1950 que empezó a impartir cursos la escuela de ciencias físico matemáticas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Posteriormente en la misma institución se fundarían el Instituto de Física y el Instituto de Ciencias ambos de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

El posterior avance de la descentralización de la ciencia física en nuestro país se daría en el estado de San Luis Potosí en la Universidad Autónoma de ese estado, donde se fundó el Instituto de Física en 1955 y un año después se abriría la escuela de física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Una acción más que fortalecería la institución de la ciencia física en el país fue la creación de la Escuela Superior de Física y Matemática en 1961 en el Instituto Politécnico Nacional, donde se ofrecía una licenciatura en ciencias físico matemáticas y es en el mismo año que se funda el Departamento de física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. Como señala Menchaca (2000) es a partir de ese momento que la física se expande de manera sistemática por todo el territorio nacional.

2.6 La física mexicana a nivel de Estudios de Posgrado (Doctorado)

En la sección anterior se presentó de manera resumida la historia de la física en México, sin embargo se decidió crear esta sección que expusiera de forma clara el panorama actual de los estudios de posgrado de esta ciencia en el territorio nacional.

Esta sección tiene por objeto mostrar las capacidades que tienen México en el área de formación de recursos humanos de alto nivel en el sector de la Física, pues como señala Sadosky, (1973), en el caso de que un país no tenga la capacidad de formar a sus propios científicos existe una gran posibilidad que se esté en una relación de dependencia, pues los investigadores que se formen en centros extranjeros y que regresen a su país de origen traerán consigo las temáticas y modos de producir ciencia de sus países de formación, por lo que conocer si México cuenta con las capacidades para formar a sus propios físicos podrá ser un factor que ayude a determinar ¿Qué tipo de relación es la que mantiene México frente a EUA en física?

Para la elaboración de esta sección se utilizaron los datos del Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física de la Sociedad Mexicana de Física, el cual recopila la fecha, entidad federativa así como especialidad en que se formaron los programas de posgrado, por tal motivo esta fuente es idónea para conocer el panorama de los programas de posgrado que hasta 2013 se impartían en México en esta área de la ciencia.

Hasta la última publicación del Catálogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física (CIPRH) encontramos que en México existen 35 programas de doctorado con especialidad en alguna área de la física. (CIPRH, 2013). En dicho documento se señala que el primer programa de doctorado en México se fundó en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año de 1955. Los dos últimos programas registrados para la edición 2009 - 2010 del mismo catálogo son del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) con especialidad en Ciencias de Materiales y del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en su Unidad de Mérida

(CINVESTAV-MDA) con especialidad en Fisicoquímica, ambos en el año 2010.

Del CIPRH se observa que las instituciones que más programas de doctorado tienen son la UNAM y el CINVESTAV con 5 programas cada uno. El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) es la tercera institución con 3 programas en el campo de la física.

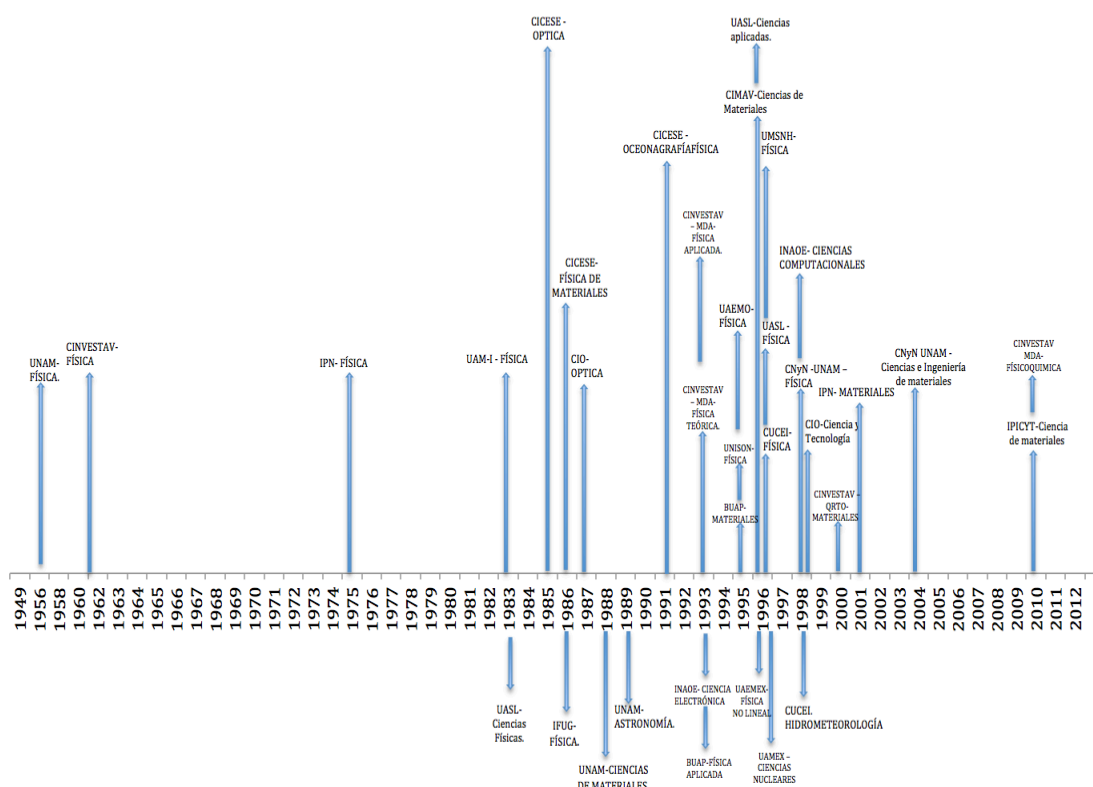
Es importante señalar que los programas con mayor antigüedad son el de la UNAM en 1955, CINVESTAV en 1961 y el del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1975. Una situación interesante a señalar es que a partir de 1984 existe una proliferación de los programas de doctorado en el territorio nacional, ya que antes de este año solo existían 5 en México y es en el periodo de tiempo comprendido entre los años de 1984 a 2000 que se crean el 74% de los programas que actualmente se ofrecen en nuestra nación en el ramo de la física.

Las entidades geográficas que cuentan con mayor número de programas de doctorado son el Distrito Federal con 6 programas, Baja California con 5 programas y Puebla con 4 programas en las ciencias físicas (CIPRH, 2013). Los datos anteriores permiten señalar que existe una correlación directa entre la instauración de las primeras escuelas que impartieron estudios en física y la posterior instauración de los estudios de posgrado en esas entidades federativas para comprobar este hecho sirven de ejemplo el Distrito Federal (UNAM, CINVESTAV e IPN), Puebla (BUAP), y Baja California (CICESE).

A continuación se presenta el Gráfico 1 que muestra la instauración histórica de los programas de doctorados en México que se encuentran presentes en el CIPRH y a la institución que pertenecen así como su especialidad en la física.

Gráfico 1. Desarrollo histórico de los programas de física a nivel posgrado en México (1959-2012)

Año de creación de los programas de doctorado en México en el área de la física (1950-2012)



Para comprender el panorama actual de la física mexicana es necesario revisar la historia del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), pues fue uno de los instrumentos de política pública que sirvió para mitigar la crisis económica por la cual pasaban los investigadores mexicanos en la década de los 80's.

Como se anunció en los párrafos iniciales de este capítulo, se utilizó la base de datos del SNI del CONACYT para realizar una caracterización de

los investigadores que pertenecen a este gremio científico en México, por ello la importancia de conocer los antecedentes y organización que da estructura a dicho sistema.

2.7 El sistema Nacional de Investigadores

El Sistema Nacional de Investigadores fue concebido en una reunión realizada por la Academia de la Investigación Científica ahora conocida como Academia Mexicana de Ciencias (AMC) en Octubre de 1983, en Oaxtepec, Morelos. En dicha reunión se trataron diversos temas sobre la entonces situación de la ciencia en México y se revisaron varios esquemas que otras naciones tenían para apoyar el desarrollo de su ciencia y tecnología (Malo, 2005).

Para 1983, México se encontraba en una espiral inflacionaria que impactaba particularmente a los trabajadores que recibían un salario con recursos públicos, generando una pérdida significativa en la capacidad de comprar equipos para realizar investigaciones y complicó el desempeño de la labor científica de los investigadores en el país. Esta situación generó que los salarios de los científicos mexicanos fuesen insuficientes para su manutención y en la capacidad de trabajar a un nivel digno (Sarukhaán, 2005).

Es en ese panorama que nace el SNI como un instrumento de política pública que consistía en ser un apoyo económico a los investigadores de tiempo completo del país que en ese entonces estaban pensando en emigrar al extranjero o que se veían en la necesidad de tener más de un trabajo para poder hacer frente a sus responsabilidades financieras (Sarukhaán, 2005).

El 26 de Julio de 1984 se promulga oficialmente la creación del Sistema Nacional de Investigadores en el Diario Oficial de la Federación por decreto del entonces Presidente de México. En este decreto se señalaron los

objetivos, metas y normatividad que tendría el sistema para su funcionamiento. Los objetivos señalados en el Sistema Nacional de Investigadores (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, y 6. Contribuir a la integración de sistemas nacionales de información científica y tecnológica por disciplina.

Para esa fecha el SNI no era el único programa que buscaba incentivar la investigación en México, ya que existía por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP) el Programa Nacional de Educación Superior (PRONAES), el cual proporcionaba estímulos a las instituciones para que estas desarrollaran investigación e incentivaran la superación académica de sus profesores. (Malo-Álvarez, 2005).

Por su parte, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) llevaba a cabo una estrategia similar con la finalidad de fomentar la creación de programas de posgrado. (Malo - Álvarez, 2005). Sin embargo, el SNI representó un estímulo económico directo para los investigadores de tiempo completo, que evaluaría el desempeño académico de los investigadores y su dedicación a la investigación.

Entre los personajes que incidieron en la creación del SNI encontramos a Jesús Reyes Heróles, Secretario de Educación Pública de esa época (Malo- Álvarez, 2005), a Luis Medina, Subsecretario de Planeación de la SEP, a Manuel Ortega, Subsecretario de Educación Tecnológica, a Jorge Flores Valdés, Subsecretario de Educación Superior e Investigación

Científica, a Daniel Reséndiz, Secretario General del CONACYT, a José Sarukhán, Presidente de la Academia y a Salvador Malo, Director General de Educación Superior, quienes fueron los promotores en primera instancia del SNI. (Flores – Valdés, 2005) .

2.7.1 Características del Sistema Nacional de Investigadores

El decreto presidencial señalaba que podrían participar en el sistema solo los investigadores de tiempo completo de instituciones de educación superior y de investigación del sector público. Además que para su evaluación se conformarían tres comisiones dictaminadoras, integradas por nueve investigadores nacionales del máximo nivel del sistema en las áreas de las Ciencias Físico-Matemáticas e Ingeniería, Ciencias Biológicas, Biomédicas, Agropecuarias, Químicas y Ciencias Sociales y Humanidades.

Dichas comisiones tendrían como criterios fundamentales para la evaluación de los científicos mexicanos la productividad reciente del investigador, tanto en la calidad de sus trabajos como en la contribución a la formación de investigadores y de personal de alto nivel, además de la contribución de sus actividades de investigación al desarrollo científico, tecnológico, social y cultural de México.

La reglamentación del sistema estipulaba que 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. Una vez que la solicitud del aspirante al sistema fuera aprobada obtenía el nombramiento de Investigador y para el caso de los investigadores que empezaban sus carrera de investigación se les otorgaba el nombramiento de Candidato a Investigador Nacional.

Una vez recibido el nombramiento se otorgaría una beca en términos de salarios mínimos mensuales a los investigadores en cada una de las categorías que no afectaría la relación del investigador con la institución donde prestase sus servicios a la cual seguiría vinculado y sujeto a las disposiciones con las que haya sido contratado.

En el documento se establecía que anualmente se emitiría una convocatoria para el ingreso al Sistema Nacional de Investigadores y que entraría en vigor el primero de julio de cada año y su duración estaría señalada en el reglamento del Sistema siendo de tres años para los candidatos con la posibilidad de renovarlo un año más, para el nivel uno 3 años, para el nivel dos 4 años y para el nivel tres 5 años.

De lo anterior se desprende que el sistema contenía al momento de su creación cinco aspectos centrales: estaría limitado a los investigadores, sería externo a las instituciones contando con criterios propios de selección, de permanencia condicionada, indexado a la inflación y abierto en número (Malo, 2005). Estas características permitieron que al momento de la instauración del sistema en su primer año de vigencia estuviese conformado por 1,396 investigadores estructurado de la siguiente manera: 212 candidatos a investigadores, 797 investigadores pertenecientes al nivel uno, 263 investigadores pertenecientes al nivel dos y 124 investigadores en el nivel tres (Mendez, 2005).

Para el años 2003 encontramos que 10,189 investigadores eran integrantes del SNI, dividiéndose en 1,634 en el nivel de candidato, 5,782 en el nivel uno, 1,897 en el nivel dos y 876 en nivel tres (Asomoza, 2005).

En 2013, las cifras más recientes, el sistema se conforma por 19,746 investigadores de los cuales 3,712 son candidatos, 10,757 son nivel uno, 3,576 son nivel dos y 1,701 son nivel tres.

Lo anterior, muestra el desarrollo que la ciencia ha tenido en el territorio mexicano gracias a la instauración del sistema junto con otras políticas en el sector, pues desde 1984 hasta el 2013 el número de investigadores adscritos al sistema ha crecido 14.14 veces desde su creación. Además, en este mismo año casi el 42% de los investigadores inscritos al SNI estaban adscritos a instituciones del Distrito Federal y el Estado de México, datos que confirman el proceso de descentralización del conocimiento en nuestro país y del cual el SNI fue un instrumento fundamental.

Estos datos dejan de manifiesto la importancia que este instrumento de política pública ha tenido en el sector científico y tecnológico del país. Sin embargo, el sistema ha sufrido diversas modificaciones en su reglamentación, ya que desde el 2002 el decreto presidencial que le dio origen se encuentra abrogado.

Actualmente, es el Reglamento del Sistema Nacional de Investigadores de diciembre de 2012 el ordenamiento jurídico vigente que regula el funcionamiento del sistema, pero guardando los mismos objetivos con los que fue creado en julio de 1984.

La importancia que el SNI ha tenido como instrumento de política pública en el desarrollo de la ciencia en México no solo se circunscribe al territorio nacional, pues este 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). Por ello, es relevante analizar la situación de la física dentro de dicho sistema, pues también 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 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 Gérard, 2010).

2.8 Panorama actual de la Física dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Como se señaló, el SNI cuenta con 19,746 investigadores de los cuales 1,888 pertenecen al campo de la física; esto 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 nos muestra el alto nivel de profesionalización con los que cuenta este campo en México.

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

En la Tabla II se 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.

Tabla II. Composición de la física mexicana por disciplinas y sexo (2013)

<i>Áreas de la física</i>	<i>Mujeres</i>	<i>Hombres</i>	<i>Totales</i>	<i>Porcentaje del campo de la física</i>
<i>Física del estado sólido</i>	63	371	434	22.99
<i>Óptica</i>	43	260	303	16.05
<i>Física teórica</i>	32	224	256	13.56
<i>Astronomía</i>	45	152	197	10.43
<i>Fisicoquímica</i>	25	98	123	6.51
<i>Otras Especialidades de la Física</i>	17	87	104	5.51
<i>Física de las partículas elementales</i>	9	79	88	4.66
<i>Física de los fluidos</i>	14	68	82	4.34
<i>Sin especialidad</i>	10	58	68	3.6
<i>Termodinámica</i>	5	51	56	2.97
<i>Física molecular</i>	8	43	51	2.7
<i>Mecánica</i>	6	32	38	2.01
<i>Física nuclear</i>	8	23	31	1.64
<i>Electromagnetismo</i>	4	23	27	1.43
<i>Electrónica</i>	4	14	18	0.95
<i>Acústica</i>	2	9	11	0.58
<i>Unidades y medidas</i>	0	1	1	0.05
Total	295	1593	1888	100

Como se puede observar, las tres primeras disciplinas concentran el 52.6% del total de los científicos 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 han elaborado las Tablas III y IV que presentan en orden las disciplinas que las investigadoras e investigadores prefieren estudiar junto con el nivel de SNI al cual pertenecen.

Tabla III. Distribución de investigadoras por disciplina de la física y nivel de SIN (2013)

Área de la Física	Candidatos	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Total
<i>Física del estado sólido</i>	11	38	11	3	63
<i>Óptica</i>	8	21	9	7	45
<i>Física teórica</i>	17	18	7	1	43
<i>Astronomía</i>	6	17	8	1	32
<i>Fisicoquímica</i>	8	12	2	3	25
<i>Otras Especialidades de la Física</i>	2	8	4	3	17
<i>Física de las partículas elementales</i>	4	7	1	2	14
<i>Física de los fluidos</i>	1	4	2	3	10
<i>Sin especialidad</i>	4	4	0	1	9
<i>Termodinámica</i>	1	3	2	2	8
<i>Física molecular</i>	1	4	2	1	8
<i>Mecánica</i>	2	3	1	0	6
<i>Física nuclear</i>	0	3	2	0	5
<i>Electromagnetismo</i>	0	4	0	0	4
<i>Electrónica</i>	3	1	0	0	4
<i>Acústica</i>	0	2	0	0	2
<i>Unidades y medidas</i>	0	0	0	0	0
Total	68	149	51	27	295

La Tabla III señala que el mayor número de investigadoras se concentran en la disciplina de la física del estado sólido con 63 investigadoras y en segundo lugar la disciplina de la óptica; sin embargo, hay que destacar el hecho de que el mayor número de investigadoras de nivel tres (el más alto) se encuentran en la disciplina de la óptica y no en la disciplina de la física del estado sólido.

Por otro lado, en la Tabla IV se muestra los mismos datos para el caso de los investigadores, donde se observa que el mayor número de investigadores de nivel tres se encuentra en la física del estado sólido con 59 investigadores, seguido de la disciplina de la física teórica con 42 investigadores.

Tabla IV. Distribución de investigadores por disciplina de la física y nivel de SIN (2013)
Disciplinas de la Física por Género y nivel de SNI (M)

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

De la Tabla IV se desprende 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. Este hecho refleja las áreas en que los físicos mexicanos han logrado mayor reconocimiento y donde se tienen publicados la mayor cantidad de trabajos en revistas indexadas.

Con el objetivo de mostrar con mayor claridad la composición en este campo del conocimiento por niveles del SNI se elaboró la Tabla V, la cual muestra el número total de investigadores por nivel, su división por sexo así como su representación porcentual.

Tabla V. Número de investigadores por sexo y nivel de SIN en el área de la ciencia física (2013)

	<i>NIVELES DE SIN</i>				<i>TOTALES</i>
	<i>CANDIDATOS</i>	<i>NIVEL 1</i>	<i>NIVEL 2</i>	<i>NIVEL 3</i>	
<i>PORCENTAJES (F)</i>	22.71	50.51	17.63	9.15	100
<i>MUJERES</i>	67	149	52	27	295
<i>PORCENTAJES (M)</i>	17.01	41.43	25.99	15.57	100
<i>HOMBRES</i>	271	660	414	248	1593

El campo de la física dentro del sistema está constituido por 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.

Estos datos nos muestran una disparidad en la integración de los niveles del SIN por sexo, fenómeno que debe ser estudiado a fondo y que debido a la complejidad de su análisis rebasa los alcances de este trabajo.

A pesar de ello se considera primordial presentar esta circunstancia pues desde la década de los años 90 Arturo Menchaca señalaba este hecho como una problemática de la comunidad que no se puede ignorar, pues es escasa la presencia del personal femenino tanto en centros de educación como en centros de investigación (Menchaca, 2000). Esto se refleja en el número de integrantes femeninos del sistema y posiblemente sea una causa de que estas se encuentren agrupadas en los niveles de candidatos y nivel uno del mismo.

Siguiendo con el análisis, hay que señalar que 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. Además, ahondado en las particularidades de este campo de la ciencia se muestra la composición por edades de los investigadores por sexo y su representación en porcentaje en la Tabla VI.

TABLA VI. Número de investigadores por intervalos de edad y su proporción porcentual (2013)

	<i>Femenino</i>	<i>% de edades</i>	<i>Masculino</i>	<i>% de edades</i>
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

Respecto a los intervalos de edad podemos observar que la mayoría de los integrantes del sistema se encuentra entre los 38 y los 47 años de edad para ambos sexos. Esto porcentualmente se ve representado por más del 30% en ambos casos y donde más del 70 % de los integrantes del SNI están en el rango de los 28 a los 60 años de edad. Esta situación augura un desarrollo en el campo de la física mexicana, pues los investigadores alcanzan su punto más elevado de productividad a la edad de 55 años donde logran un máximo de publicación de 2.06 artículos anuales (González-Brambila et al, 2004).

2.8. 1 Movilidad de la comunidad física

El presente apartado tiene como finalidad mostrar la movilidad de los investigadores que integran este gremio científico. La movilidad de los

investigadores se mapeo a través de las variables de lugar de obtención de doctorado nacional o internacional y lugar de adscripción a nivel nacional e internacional. Por razones ajenas a esta investigación el análisis de la movilidad se realizó en dos períodos diferentes; el primer periodo hasta 2010 que incluye la movilidad internacional y hasta 2013 la movilidad dentro de México.

Este mapeo y la información derivada del mismo es de vital de importancia para esta investigación ya que diversos autores (Didou et al, 2010; Gerard et al, 2009; y Marmolejo, 2010) han estudiado la importancia que tiene la formación de los investigadores en centros extranjeros y su eventual impacto en las políticas de ciencia y tecnología que adopta el país a su reincorporación. También han estudiado el efecto que estos investigadores tienen en la conformación de las élites científicas, así como en el tejido de las redes de colaboración internacional en diversas áreas del saber (Diduo et al, 2010).

Por otra parte, los estudios sociales latinoamericanos de la ciencia y la Tecnología ven en la movilidad de los investigadores un efecto de la internacionalización de los sistemas Científicos (Didou, 2014) el cual debe de ser problematizado y estudiado a través de estudios de caso que ayuden a comprender las imbricaciones entre la formación de investigadores en instituciones fuera de su país, el tejimiento de redes de colaboración y la dependencia, así como el grado de autonomía de los grupos intelectuales en sus áreas de investigación.

Por último, la cooperación internacional para el desarrollo ve en la movilidad y formación de investigadores un camino viable en que los países más desarrollados “Ayuden” a los países de renta media alta y de renta media baja a fortalecer sus sistemas científicos y tecnológicos. En los últimos años este tipo de cooperación científica se ha intensificado, pues la

inversión económica directa en estos sectores en ocasiones se veía entorpecido por la falta de una estructura política que apoyara de manera real a las comunidades científicas y tecnológicas (Sánchez, 2014)

Sin embargo, y como señala Prado (2010), en muchas ocasiones la cooperación internacional para el desarrollo en cual quiera de sus vertientes (económica, social, científica y tecnológica) incluye un nivel de condicionalidad para satisfacer los intereses de los países que dan esta cooperación. Si bien el autor señala que esta práctica cada vez es menor, Latinoamérica no estuvo fuera de estas prácticas en la primera mitad del siglo XX y con menores frecuencias en décadas posteriores.

Por citar un ejemplo de la condicionalidad de la cooperación internacional se encuentra los trabajos realizados por Hymans (2001) y Hurtado de Mendoza (2005) que analizan el papel preponderante que tuvo los Estados Unidos en el establecimiento de políticas y centros de investigación en las ciencias nucleares en Argentina.

Por tales motivos se refuerza la importancia del análisis de la movilidad de los investigadores del gremio físico, que puede arrojar luz sobre las preguntas planteadas al inicio de esta investigación ¿Qué tipo de relación guarda México con EUA en la ciencia física mexicana?, ¿Es una relación de integración subordinada, o por el contrario una relación de interdependencia?

Se tiene la convicción, de que el análisis de la movilidad en la formación de los investigadores de la física mexicana es una piedra angular en la búsqueda de estas respuestas.

En el presente capítulo solo se darán los resultados de este análisis y se dejará la interpretación y discusión de los mismos en el capítulo denominado la Relación México –Estados Unidos en la Física mexicana.

2.8.2.- Metodología del análisis de movilidad del gremio de investigadores en física en el SNI

La investigación realizada parte de un enfoque cuantitativo donde se consultó la bases de datos del SNI del último año en que se tiene información (2013) para la movilidad dentro de México y la base de datos del SNI para la movilidad internacional hasta 2010. En dichas bases (2010 y 2013) se identificaron a los investigadores pertenecientes al campo de la física a través de las 17 disciplinas que componen esta área del conocimiento.

Una vez identificado el universo de investigadores adscritos a esta área del conocimiento se generaron tres 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 (2013) e internacional (2010). Estas matrices se dividieron en tres regiones: América –Asia, Europa y México. Se hace la aclaración que no se encontró ningún investigador integrante del SNI que se haya formado en el continente Africano.

Como se señaló, este análisis tiene como fuente la base de datos del SNI del CONACYT debido a que es una fuente idónea por la periodicidad con la que es actualizada y debido a que es una base de datos gubernamental, se tiene confianza en la veracidad de los datos que de ella se desprenden.

Además, se considera como un aporte significativo que ayudará a esta y a otras investigaciones a comprender el fenómeno de la movilidad de investigadores en México. Ya que por primera vez se realiza el mapeo de la movilidad de los investigadores dentro del SNI, y a diferencia de la muestra de investigadores que fueron materia del trabajo de Etienne Gerard (2009) donde no se hizo diferencia entre si eran o no integrantes del sistema y en el cual se estudió el caso de 3,861 investigadores de todas las áreas del

conocimiento. A diferencia, este análisis solo se concentra en la comunidad física y en los integrantes del SNI que para ese año (2010) eran 1363 investigadores lo que integraban esa área del conocimiento.

2.8.3.-Movilidad de los investigadores de física del SNI

Para analizar el fenómeno de la movilidad se presentarán, en primera instancia las instituciones en donde los investigadores del sistema realizaron sus estudios de doctorado en México datos hasta 2013. En segunda instancia se analiza el estado de adscripción, presentando su división por nivel del SNI y sexo hasta 2013. Finalmente, en tercera instancia se presenta una serie de matrices que muestran el país donde obtuvieron su grado de doctorado y su lugar de adscripción nacional e internacional la cual se concentra en 3 zonas geográficas: México, América- Asia y Europa (datos hasta 2010).

Es pertinente hacer el señalamiento que de los investigadores que conforman este gremio y que pertenecen al SNI hasta el año 2013, un total de 1,190 de los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en México, lo que representa el 64.82 % y donde solo 646 investigadores realizaron sus estudios fuera del país.

Por lo anterior y debido a que la gran mayoría de los integrantes del sistema en esta área del saber realizaron sus estudios en México se elaboró la Tabla VII que muestra las instituciones mexicanas en que los investigadores realizaron sus estudios de doctorado mostrando la representación porcentual y su división por sexo.

TABLA VII. Instituciones donde los investigadores realizaron sus estudios de doctorado en México (Física, 2013)

<i>Universidad donde realizaron sus estudios de doctorado en México</i>	<i>Investigadoras</i>	<i>Investigadores</i>	<i>Total</i>	<i>Representación porcentual</i>
BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA	23	59	82	6.89
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.	11	59	70	5.88
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS S.C.	3	10	13	1.09
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN	19	142	161	13.53
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DEL ESTADO DE MICHOACÁN	1	0	1	0.08
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA S.C.	2	2	4	0.34
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ÓPTICA A.C.	10	64	74	6.22
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA	1	2	3	0.25
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUANAJUATO	0	1	1	0.08
INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO	1	4	5	0.42
INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFÍSICA ÓPTICA Y ELECTRÓNICA	17	81	98	8.24
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	5	73	78	6.55
INSTITUTO POTOSINO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA A.C.	2	7	9	0.76
INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	0	4	4	0.34
NO ESPECIFICADO	1	17	18	1.51
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA	2	2	4	0.34

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID*	0	1	1	0.08
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN	1	8	9	0.76
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO	0	5	5	0.42
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ	3	44	47	3.95
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO	3	22	25	2.10
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS	3	23	26	2.18
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	17	71	88	7.39
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA	1	11	12	1.01
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	3	29	32	2.69
UNIVERSIDAD DE SONORA	3	12	15	1.26
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO	0	1	1	0.08
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO	3	4	7	0.59
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	72	225	297	24.96

Como se observa, la institución donde el mayor número investigadores realizaron sus estudios de doctorado es la UNAM con un 24.96 % del total de investigadores seguido del CINVESTAV del IPN con un 13.53 %, y en tercer lugar el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica con un 8.24%. En estas tres instituciones el 46.53% de los investigadores recibieron su grado de doctorado en México, el resto de investigadores (53.47%) obtuvieron su doctorado en 27 instituciones. Este hecho muestra a las instituciones con mayor peso en la profesionalización del campo de la física en México.

Se puede observar también que existe una concentración en la obtención del doctorado en instituciones del centro del país. Este hecho se hace más notorio cuando se observa 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.

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

Dicho comportamiento vuelve a presentarse cuando se analizaron los estados en que los investigadores miembros del SNI están adscritos. De la Tabla VIII se puede observar que los estados con mayor número de investigadores adscritos al sistema son el Distrito Federal, Puebla, Morelos y el Estado de México. 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.

2.8.4 .-Movilidad internacional de la comunidad física en el SNI

Con el objetivo de profundizar sobre la movilidad de los investigadores de este campo del conocimiento, se construyeron las matrices que muestran a nivel nacional e internacional la movilidad que este gremio posee (Anexo I y II) y en las cuales se pueden apreciar los países en los que los investigadores recibieron su grado de doctor y el lugar en el que se encuentran adscritos. Es importante precisar que para el año 2010 esta comunidad estaba conformada por 1363 investigadores.

Por otro lado, al realizar un análisis de las tres áreas geográficas fuera de México se encontró que el continente Europeo es el lugar donde el mayor número de investigadores realizaron sus estudios de doctorado, seguido de América y Asia.

A nivel internacional la movilidad de los investigadores es principalmente con los Estados Unidos (EUA), Gran Bretaña (GB), Francia (FR) y Rusia (RU), 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 7 investigadores cada estado y en tercer lugar San Luis Potosí con 5 investigadores, por otro lado se observa que solo 2

investigadores que realizaron sus estudios en dicho país tienen como lugar de adscripción el mismo.

Es importante señalar que para el año 2010 solo 10 investigadores del total de la base de datos analizada tienen como lugar de adscripción los Estados Unidos.

En el caso de la Gran Bretaña se observa que 88 investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en dicho país casi el 48% de los investigadores tienen como lugar de adscripción el Distrito federal, en segundo lugar el Estado de Morelos con 9 investigadores y en tercer lugar el Estado de Guanajuato con 8 investigadores. Para el año 2010 solo 3 investigadores tienen como lugar de adscripción ese país de los cuales 2 de ellos realizaron sus estudios en la Gran Bretaña.

La movilidad de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en Francia presentan los siguientes datos: 59 investigadores realizaron sus estudios de doctorado en ese país, donde el 44% de ellos tienen como lugar de adscripción el Distrito Federal, en segundo lugar San Luis Potosí con 8 investigadores y en tercer lugar el Estado de México con 7 investigadores. De los 59 investigadores que realizaron sus estudios en esa nación solo uno de ellos tiene como lugar de adscripción ese país.

2.9.- Conclusiones

En este capítulo se ha mostrado una semblanza histórica de la física en nuestro país junto con momentos claves que institucionalizaron y marcaron el rumbo de la física en México. Al realizar este recorrido histórico fue posible detectar las instituciones y personajes que fueron definitorios para la física. Por ejemplo la Escuela Superior de Altos Estudios que fue la precursora de la institucionalización de la física en México, pues ésta en la primera mitad del Siglo XX se convertiría en la facultad de ciencias de la UNAM y un año después se crearía el instituto de física en la misma institución.

Respecto de la escuela superior de altos estudios históricamente se hizo un recorrido de su formación, sus personajes claves (Justo Sierra) y su objetivo con la cual fue creada. Al ser el primer centro que no solo se dedicaría a la educación superior, sino que tendría como prioridad ser un centro de investigación en ciencias básicas (Matemática y Física), pues hasta esa fecha la ciencia era solo de carácter formativa, es decir no se hacía investigación nacional en esas áreas del conocimiento, por lo que su creación fue un paso importante hacia la institucionalización de la física en México.

Es importante hacer el señalamiento que dos de sus primeros profesores eran de nacionalidad norteamericana (Pérez Tamayo, 2010) lo que nos permite preguntarnos es ¿desde la institucionalización de la física mexicana del Siglo XX existe una relación con los Estados Unidos?, esta pregunta se puede contestar analizando las biografías de los personajes que influyeron en el desarrollo histórico de la física mexicana. Siguiendo el texto de Arturo Menchaca (2010), observamos que sí, que la mayoría de los investigadores que influyeron en la creación de centros, instituciones y asociaciones científicas tuvieron su formación en los Estados Unidos.

Esta aseveración permite preguntarse ¿Si los investigadores que formaron estos centros, instituciones y asociaciones no fueran egresados de centros norteamericanos la física mexicana pudo haberse desarrollado de otra manera o simplemente desarrollarse? Esta pregunta es imposible de contestar, pues las respuestas a esta pregunta van más allá de la realidad, más allá de los hechos comprobables e históricos. Sin embargo, nos deja claro y con base en las investigaciones de Didou (2010, 2014), Gerard (2009) y Marmolejo (2010) que la participación de estos personajes formados en centros extranjeros influyeron en la fundación de estos centros, así como en sus racionalidades (Kreimer, 2006), dinámicas y formas de trabajo las cuales aprendieron y desarrollaron en sus centros de

formación. Las cuales se encuentran presentes en las raíces de estas instituciones y se siguen reproduciendo en cada generación que egresa de sus aulas o de los integrantes que forman parte de estas instituciones.

Por otro lado, al realizar el análisis de las bases de datos del SNI y conocer la formación de este gremio dentro del sistema fue posible identificar el número de investigadores que realizaron sus estudios de doctorado dentro del país y cuantos en el extranjero, así como en qué países deciden con mayor frecuencia realizar sus estudios de posgrado. El análisis arrojó que fuera de México, el principal país en donde deciden formarse los investigadores físicos integrantes del SNI es en los Estados Unidos (98 investigadores), seguido de Inglaterra (88 investigadores) y Francia en tercer lugar con (53 investigadores).

Este fenómeno pudiese explicarse en primer lugar debido a la cercanía geográfica que tiene el país vecino con México. Sin embargo, al analizar por zonas geográficas se encontró que es en Europa donde la gran mayoría de los investigadores realizaron sus estudios de doctorado, es importante señalar que en nuestro análisis la región europea está compuesta por 17 países por lo que, si de manera simplista se quisiera explicar este fenómeno por la cercanía geográfica, la respuesta afirmativa quedaría fuera de la realidad.

Entre los resultados obtenidos del análisis fue posible identificar las áreas de la física que tienen mayor peso dentro de la comunidad física en el SNI siendo estos la Física del Estado Solido (22.99%), Óptica (16%) y Física Teoría (13.56).

En el capítulo 5 en el cual se analiza la relación México –Estados Unidos y su impacto en la física mexicana se hará un análisis a fondo a los investigadores integrantes del SNI que realizaron sus estudios de

formación en los Estados Unidos con el objetivo de estudiar en que disciplinas de la ciencia física es que actualmente desarrollan, se mapearan las relaciones entre sus centros de formación y sus centros de adscripción actual, así como sus redes de colaboración.

La primera parte del capítulo de manera sintética muestra los momentos históricos más relevantes de la física en el territorio México, el cual ha servido no solo para identificar a las instituciones precursoras de la física mexicana, sino también a los actores protagónicos de esta ciencia en México. Sin embargo, es necesario acudir a las biografías de estos personajes para saber el lugar de formación académica y de esta manera rastrear el impacto que su formación tuvo en la institucionalización de la física mexicana.

Retomando las palabras de Pérez Tamayo (2010), podemos encontrar que es en Siglo XX principalmente a partir de la segunda mitad que existe una tradición científica en la física mexicana, pues así lo denota la institucionalización de la física en nuestro país, pues existe un esfuerzo continuado e ininterrumpido en el desarrollo de esta ciencia en todo el territorio nacional. Muestra de este esfuerzo son el Distrito Federal, el estado de Puebla, el estado de San Luis Potosí y el estado de Baja California.

Respecto de la formación de los investigadores adscritos al sistema encontramos que más del 60% de sus integrantes se formaron dentro del país específicamente en el Distrito Federal, Puebla, Guanajuato y Baja California.

También fue posible conocer los principales estados de adscripción de los investigadores de esta área del conocimiento siendo estos el Distrito

Federal, el estado de Puebla, el estado de México, Guanajuato y el estado de Baja California.

Dentro de la movilidad de los investigadores a nivel nacional se encontró que los estados que tienen la mayor movilidad son Chiapas, Jalisco, Michoacán y Morelos, pues en estos estados se formaron menos investigadores de los que hasta el año 2013 estaban adscritos.

En la movilidad a nivel internacional se encontró que el país en el que el mayor número de investigadores realizaron sus estudios de doctorado fue en los Estados Unidos, seguido de Gran Bretaña, Francia y Rusia. También fue posible identificar que más del 95% de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado fuera del país tienen como lugar de adscripción algún estado de la República Mexicana lo que muestra que los investigadores mexicanos tienen un gran índice de retorno a México.

A nivel internacional la movilidad de este gremio también mostro similitud con los datos obtenidos por Gerard en su investigación de 2009, pues se encontró que la mayoría de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado fuera de México decidieron realizar sus estudios en países anglófonos. Se mostró también similitud en la preferencia de este gremio que corresponde a la clasificación de Puras Duras (Becher, 2001) en la proporción de los investigadores que realizaron sus estudios dentro y fuera de México.

Por último y como se había anticipado en la introducción de este capítulo, el recuperar la historia de la institucionalización de la física en México ha permitido cimentar las bases de esta investigación a través de la identificación de los actores centrales y de las instituciones físicas mexicanas que dieron estructura al actual panorama de la física en México.

Como resultado principal de este análisis fue posible conocer los países de formación de los físicos dentro del sistema, lo que permitió analizar una faceta de la Relación entre México y los Estados Unidos en esta área del conocimiento, que desde este momento se puede identificar en primer lugar como un centro formativo de la comunidad física mexicana.

Capítulo 3. Marco Normativo de la Ciencia y la Tecnología en México

3.1 Introducción

Vessuri (2007) señala que el ejercicio de la actividad científica se ve influido por el contexto socio-cultural del país en el que se desarrolla y se expresa en tres niveles: el de los conceptos científicos que se desarrollan, los temas de investigación que se trabajan y por último las instituciones que intervienen en su desarrollo. A la par; Pérez Tamayo (2010) y Menchaca (2000) también señalan que existen varios factores necesarios para que la ciencia y la tecnología se puedan desarrollar en México; entre los factores que señalan están los factores políticos, económicos y sociales y dentro de los factores políticos se puede incluir al factor normativo.

Este factor (normativo) es un requisito necesario para el desarrollo científico y tecnológico de un país pues como indica Vinck,(2014) es un factor esencial de la estructuración de la labor científica; en el cual se definen las prioridades así como los objetivos, pues en este se asignan los recursos financieros y humanos y donde se señalan las reglas de funcionamiento y se organiza la actividad científica; por ello, para esta investigación es un factor de vital importancia, pues como se señaló es fundamental para la estructuración y ejecución de la política pública en ciencia, tecnología e innovación.

El capítulo es prioritario para la investigación, pues permitirá identificar a los actores principales en el sector político de la ciencia y la tecnología, así como analizar las facultades que le son conferidas para llevar a cabo el ejercicio de la política pública en estos rubros. El capítulo también dará claves sobre el papel que juegan las comunidades científicas en la instauración y en la toma de decisiones para estas áreas.

El conocer y analizar la composición del factor normativo de la ciencia, la tecnología y la innovación, podrán señalar las instituciones y organismos que componen al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) las cuales como se dijo son un factor estructural de la actividad científica en nuestro país, para lograr esta tarea se eligió ir a la fuente de donde emanan estas instituciones, es decir las leyes que señalan sus atribuciones, facultades y obligaciones.

La identificación de los actores que integran el SNCTI adquiere una mayor relevancia si tomamos en consideración lo indicado por Blume (1974). El autor pone en duda la autonomía de la ciencia y se enfoca en las relaciones entre el sistema científico y el político, es decir los actores que componen el SNCTI, y sobre estas relaciones señala que la ciencia debe ser observada como esencialmente política y hace hincapié en que, para comprender y estudiar el desarrollo de la ciencia en un país es necesario analizar cómo y por quién se ejerce el control social en las comunidades científicas y sobre todo, en estudiar el rol de los científicos en ambientes donde el control organizacional es impuesto.

A su vez, Casas (2004) señala que estudiar las relaciones que se generan entre el ejercicio de la actividad científica y tecnológica, la política y el poder permite identificar a los actores sociales y los grupos de interés que impactan en el modo en que se ha desarrollado la ciencia de un país. La autora también señala que en la estructuración de las políticas de los sectores científicos y tecnológicos existe la participación de grupos o comunidades científicas en la definición de las políticas en estos rubros; lo que implica, por parte de ellos, la búsqueda de posiciones de poder en la administración de los recursos y programas dedicados a estos sectores.

Por tales motivos, el objetivo de este apartado es identificar a los actores del SNCTI, por lo que en el presente capítulo se señalan los ordenamientos

jurídicos que dan cohesión, estructura, y facultades a los organismos que integran y estructuran la actividad científica de nuestro país.

Dentro del análisis de las facultades de los organismos e instrumentos de política pública que integran el SNCTI se podrá conocer la postura que el gobierno mexicano tiene respecto de la Cooperación Internacional en Materia Científica y Tecnológica, se señalará de manera breve los objetivos que se persiguen con la Cooperación internacional en estos campos y los instrumentos (leyes y programas) que la regulan. Sin embargo, se señala que en el capítulo cuatro de esta investigación se hará un análisis a mayor profundidad sobre el impacto que la cooperación internacional genera en el campo de la ciencia y la tecnología para nuestro país.

Por tal motivo surge como un tema prioritario para esta investigación estudiar cómo se manifiesta la colaboración internacional en materia de ciencia y tecnología en México, pues como se esbozará en este capítulo es un eje central de la política pública para esta área en nuestro país. Además, como señalan Kleiche-Dray y Villacencio (2014) el análisis de la cooperación internacional permite identificar cuáles son los factores que formalizan la cooperación y nos hace preguntarnos sobre su influencia en las diferentes etapas de la colaboración, estos autores, también señalan que el estudio de estas colaboraciones permiten identificar las lógicas que las generaron, siendo estas de carácter político, diplomáticas, militares, económicas o científicas.

Por otro lado Kreimer (2006) señala que para comprender la estructura y el papel de la investigación científica en las sociedades de América del sur es indispensable analizar las modalidades de las relaciones internacionales, en este caso, analizar la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología permitirá desentrañar el papel que han desempeñado las

relaciones internacionales en la estructuración de las políticas públicas que dirigen la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Por tales razones y debido a que, el análisis de la cooperación internacional en estos campos es una dimensión que permite analizar la forma en que avanza la producción del conocimiento científico (Villacencio y Kleiche-Dray, 2014); el capítulo cuarto de esta investigación se destinará para el estudio y el impacto que genera en la actividad científica en México, así como su vinculación con los Estados Unidos.

Por último, este capítulo permitirá conocer e identificar los instrumentos jurídicos así como las facultades que les son conferidas a los actores políticos de la ciencia y tecnología que permiten vincular a México y otros países del mundo entre ellos los estados Unidos en materia de ciencia, tecnología e innovación.

El capítulo podrá responder las pregunta de ¿Cómo está integrado el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación?, ¿Cuáles son los principales organismos de administración pública que lo integran?, ¿Cuáles son sus facultades? y por último se podrá responder ¿Cuáles son los instrumentos de política pública que regulan la Cooperación internacional de México con otros países en materia de ciencia, tecnología e innovación?

3.2.-Metodología

El presente capítulo se realizó haciendo una búsqueda y estudio en el ordenamiento jurídico mexicano, revisando las leyes que impactan en el desarrollo de la política científica y tecnológica de nuestro país. Se revisó bibliografía al respecto y se consultó constantemente la página de internet del Congreso de la Unión, donde se encuentran todas las leyes que impactan en el rubro científico y tecnológico

3.3.-Desarrollo

3.3.1.-Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Marco Normativo)

Actualmente el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en México se encuentra reglamentado por diferentes normas entre ellas, leyes federales, leyes orgánicas, reglamentos y acuerdos. Debido a ello su reglamentación se puede dividir en tres niveles, 1.-Nivel Constitucional, 2.- Nivel Federal y 3.- Nivel Administrativo.

A nivel Constitucional, se encuentran plasmadas las bases de la política pública que seguirán la ciencia y la tecnología en nuestro país, en este nivel encontramos también los instrumentos de política pública (PND y PECITI) que señalaran las áreas prioritarias así como las vías, ejes de acción y estrategias por las cuales el estado mexicano alcanzará el cumplimiento de sus objetivos en los sectores de ciencia y tecnología.

A nivel Federal, se encuentran normadas las áreas prioritarias de la nación, es en estas leyes que encontramos a los organismos de la administración pública que serán los actores del SNCTI, así como sus facultades, atribuciones, obligaciones y programas de acción, en este mismo nivel también se señalan las interrelaciones que tendrán dichos organismo para dar cumplimiento a la política del sector científico y tecnológico.

A nivel Administrativo, se reglamentan a los actores del SNCTI, y encontramos las normas que señalan su estructura, así como los organismos internos de control que los regulan, es decir la forma en que estarán organizados para cumplir con las funciones que les fueron señaladas en el nivel federal. Es en este apartado que encontramos los

alcances y las limitaciones que tienen los organismo de administración pública.

En el siguiente esquema se presentan los ordenamientos y leyes que regulan el SNCTI en sus diferentes niveles, el objetivo de este esquema es mostrar de manera clara la integración de cada nivel y las fuentes de las que emana la política pública en ciencia y tecnología.

Esquema 1 Leyes que reglamentan el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

- **Nivel Constitucional.-** Es la fuente primaria de las políticas en ciencia y tecnología.
 - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).
 - Programa Nacional de Desarrollo (PND) (Duración sexenal)
 - Programas Especiales de Ciencia y Tecnología. (Duración sexenal)

- **Nivel Federal.-** Son los instrumentos normativos (Leyes) que reglamentan las facultades y obligaciones de los organismos públicos en el sector científico y tecnológico.
 - Ley de Ciencia y Tecnología.
 - Ley de Planeación (Respecto del PND)
 - Ley General de Educación.
 - Ley de Presupuesto Contabilidad y Gasto Público Federal.
 - Ley Federal de las Entidades Paraestatales.
 - Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
 - Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

- **Nivel Administrativo.-** En este nivel encontramos la normatividad interna de los Organismo de Administración Publica, en la cuales se señalan su estructura interna, sus organismos de control así como sus objetivos fundamentales.

- Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Estatuto Orgánico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Bases de Organización y Funcionamiento del Sistema Integral de Información Científica y Tecnológica y sus reglas de operación.
- Reglas de Operación del Registro Voluntario de Personas Físicas, Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas.
- Reglas de Operación de los Programas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

3.3.2.- Nivel Constitucional del Marco normativo del Campo Científico y Tecnológico

Históricamente se puede señalar que el ordenamiento jurídico que dio estructura al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en nuestro país fue la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1985 (DOF, 1985), que tenía por objetivo organizar el SNCTI, sin embargo, y como se ha señalado es en la Constitución Política de nuestro país de donde emana la importancia de los avances científicos como base de la educación en México (Artículo 3 constitucional). Revisando a mayor profundidad este artículo, se encuentra que está ubicado en el apartado de los derechos humanos y sus garantías, por lo que desde este momento es visible el área prioritaria que es la ciencia y la tecnología para el país, pues en sus fracciones II, V y VII el artículo tercero señala que los resultados del conocimiento científico son el criterio que orientará la educación pública, también señala que es obligación del estado mexicano el apoyar la investigación científica y tecnológica, lo que constituye el eje central de la política económica en ciencia, tecnología e innovación, es decir, se indica expresamente en la fracción V que corresponderá al gobierno mexicano otorgar los recursos económicos para el desarrollo de estos rubros.

La fracción séptima del mismo artículo es fundamental, pues en ella se señala la libertad que tendrán las universidades y centros de investigación con autonomía otorgada para que de manera libre y autónoma elijan sus líneas de investigación, sus áreas prioritarias en la ciencia y la tecnología así como sus asociaciones estratégicas para el desarrollo de sus actividades entre ellas los convenios y acuerdos inter institucionales a nivel nacional e internacional.

Desde este momento se indica que existe una contradicción a esta fracción constitucional, pues el Programa Nacional de Desarrollo (PND) señala en sus ejes de acción las áreas que las universidades y centros de investigación deben de tener como prioritarias para el desarrollo de la nación por ejemplo, encontramos que serán prioritarios la erradicación de la pobreza, la seguridad, el medio ambiente, la salud y la energía (PND,2013), por lo que de manera implícita existe una dirección en las líneas de investigación de los centros e institutos del país por parte del gobierno nacional, pues de no seguirse con los ejes señalados como prioritarios existe una posibilidad de no recibir en tiempo y forma los recursos económicos necesarios para realizar sus actividades de investigación.

Siguiendo con nuestro análisis a nivel constitucional, encontramos al primer actor que influye en el SNCTI y lo encontramos plasmado en el artículo 73 (Facultades del Congreso) donde se señala en las fracciones XXV y XXIX-F que el Congreso de la Unión (Cámara de Diputados y Senadores) tendrá facultades para legislar sobre el establecimiento de escuelas de investigación científica y enseñanza técnica, sobre la transferencia de tecnología y la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos para el desarrollo que requiera la nación .

Es importante señalar que existió un desfase temporal entre lo establecido por el artículo tercero (obligación del estado de apoyar el desarrollo científico y tecnológico) y las fracciones señaladas del artículo 73 constitucional, pues la inclusión de la ciencia y la tecnología como ejes rectores de la educación en México así como la obligación del estado de apoyar el desarrollo de la misma fue plasmada en marzo de 1993, y las atribuciones del Congreso para legislar en este sector le fueron conferidas en febrero de 1983. (Berrueco, 2006)

Debido a que nuestro país está constituido como un república democrática e integrada por estados libres y soberanos pudiese existir un problema de concurrencia legal, es decir que solo el Congreso de la Unión pudiese legislar en estas materias, lo que limitaría a los Congresos estatales de legislar en materia de ciencia, tecnología e innovación, en la interpretación de la jurisprudencia por parte de los doctos en el derecho constitucional se ha señalado que sobre el artículo 73 y en especial en estas fracciones XXV y XXIX-F solo se refiere al desarrollo nacional (es decir el enfocado al desarrollo económico del país). (Berrueco, 2006)

3.3.3- Plan Nacional de Desarrollo

Siguiendo en el plano constitucional y emanado del artículo 26 de la CPEUM se establece la creación del Plan Nacional de Desarrollo (PND) en el cual se dictará la política de planeación nacional, dicha política nacional se entiende como el desarrollo, el orden racional y sistemático de acciones que tienen por propósito transformar la realidad del país, de conformidad con las normas, principio y objetivos que la propia Constitución y la Ley de Planeación hayan establecido (Artículo 3 Ley de Planeación) (Ley de Planeación, 1983)

Es a través del PND que se precisarán los objetivos nacionales, estrategia

y prioridades del desarrollo integral y sustentable del país, contendrá previsiones sobre los recursos que serán asignados a tales fines; determinará los instrumentos y a los responsables de su ejecución, establecerá los lineamientos de política de carácter global, sectorial y regional (Ley de Planeación, 1983).

En el PND se encuentra la visión que se seguirá para impulsar los campos de la ciencia, la tecnología y la innovación, además de señalarse como se entiende la ciencia y la tecnología, es decir, como es percibida por ese gobierno, como elemento del desarrollo económico (PND, 2007), como elemento para resolver las necesidades básicas de la nación (PND, 2001) o como elemento de competitividad internacional (PND, 2013).

3.3.4.- Programa Especial Ciencia, Tecnología e Innovación

Emanado del Plan Nacional de Desarrollo y por así dictarlo en sus estrategias de acción nace sexenalmente el Programa Especial Ciencia, Tecnología e Innovación (PECTI), el cual dicta la política, acciones, áreas de prioridad nacional así como los retos que en ese sexenio se van a trabajar en el sector científico, tecnológico y de innovación. Vink, (2014), señala que estos programas son modos de intervención en la investigación científica que aspiran a estructurar dinámicas por medio de iniciativas y los cuales en ocasiones están ligados intersecretarialmente o a través de varios gobiernos.

Debido a que en nuestro país se trabaja y se planifica sexenalmente, es necesario revisar cada uno de los PECITIs para entender las áreas prioritarias que la nación desarrollará en los campos científicos y tecnológicos en un sexenio determinado, así como los apoyos que otorgará para el avance de los mismos.

Es importante hacer el señalamiento, que el PECITI nace de la administración

pública específicamente del CONACYT, y el cual es votado y consensado por el Consejo General de Ciencia y Tecnología, el cual se encuentra integrado por varios Organismos de Administración Pública por ejemplo la Secretaría de Relaciones exteriores, Secretaría de Hacienda y Crédito público, Secretaría de Medio ambiente, Secretaría de Economía, Secretaría de Energía entre otros.

Por tal motivo en muchas ocasiones las necesidades del campo científico y tecnológico no son atendidas o tomadas en consideración y por lo tanto este documento se convierte en un manifiesto utópico de la transformación de la ciencia como factor de crecimiento productivo y económico de la nación.

3.3.5.- Nivel Federal en la intervención del Campo científico y Tecnológico

Ley de Ciencia y Tecnología

Debido a la importancia que este campo (ciencia y tecnología) ha tenido a nivel nacional el Congreso de la Unión con fecha 21 de mayo de 1999 crea la Ley para el Fomento de la investigación Científica y Tecnológica, la cual, era un instrumento que señalaba las bases de acción gubernamental federal para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica. (Berrueco, 2006)

En esta ley se podían encontrar los mecanismos para establecer una política científica en nuestro país, además de señalar los financiamientos públicos, privados e internacionales, incluía un apartado de estímulos e incentivos fiscales en materia administrativa y de comercio exterior. (Peña, y Archundia, 2006)

Esta ley sería el antecedente directo de la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT) de 2002 que se encuentra vigente hasta nuestros días (2016)

señalando que hasta enero de 2016 solo ha tenido 9 reformas (Congreso de la Unión, 2016) y la cual es la ley que reglamenta al SNCTI, como se indicó esta ley deriva de la obligación del estado mexicano de apoyar y fomentar la investigación científica y tecnología del país.

La Ley de Ciencia y Tecnología se encuentra estructurada por los siguientes Capítulos:

Capítulo I: Disposiciones generales

Capítulo II: Sobre el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico

Capítulo III: Principios orientadores del apoyo a la actividad científica y tecnológica.

Capítulo IV: Instrumentos de apoyo a la investigación científica y tecnológica,

Capítulo V: Coordinación y descentralización,

Capítulo VI: Participación

Capítulo VII: De la vinculación con el sector productivo, innovación y desarrollo tecnológico.

Capítulo VIII: Relaciones entre la investigación y la educación

Capítulo IX: Centros públicos de investigación.

Como se observa del capitulado de la LCyT se establecen las reglas, bases, principios, recursos y medios para cumplir con los objetivos de desarrollar la C y T en nuestro país, en su artículo primero encontramos los nueve ejes normativos que guían los apoyos que el gobierno de México está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y la innovación tecnológica en el país.

Por citar algunos se señalan los siguientes (Artículo 1 de la LCYT):

Fracción III.- Establecer los mecanismos de coordinación de acciones entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y otras instituciones que intervienen en la definición de políticas y programas en materia de desarrollo científico, tecnológico e innovación, o que lleven a cabo directamente actividades de este tipo.

IV. Establecer las instancias y los mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, así como de vinculación y participación de la comunidad científica y académica de las instituciones de educación superior, de los sectores público, social y privado para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como para la formación de profesionales en estas áreas;

Fracción V.- Apoyar la capacidad y el fortalecimiento de los grupos de investigación científica y tecnológica que lleven a cabo las instituciones públicas de educación superior, las que realizarán sus fines de acuerdo a los principios, planes, programas y normas internas que dispongan sus ordenamientos específicos;

Como observamos de las fracciones transcritas, el gobierno de México contempla la interrelación de los sectores académicos y educativos para la definición de políticas públicas en este sector, otorgando la posibilidad que esta vinculación ocurra también con los gobiernos estatales y trata de involucrar al sector productivo de la nación a través de los sectores privados para que sean escuchadas sus necesidades en este rubro.

Es importante señalar que en la Fracción V del artículo 1 de la Ley de Ciencia y Tecnología se reitera la libertad de investigación de la comunidad científica, la cual será apoyada por el gobierno federal, lo que implica que la definición de los temas a desarrollar en el campo científico y tecnológico recae dentro de la propia comunidad científica e instituciones que la desarrollan.

Siguiendo con el análisis de la LCyT encontramos en su segundo artículo las bases de la política que regirán al sector científico y tecnológico, actualmente (2016) existen ocho ejes de política para este rubro los cuales son:

- I. Incrementar la capacidad científica, tecnológica y la formación de investigadores.
- II. Convertir a la ciencia, la tecnología y la innovación en elementos fundamentales de la cultura general de la sociedad;
- III. Incorporar el desarrollo y la innovación tecnológica a los procesos productivos.
- IV. Integrar esfuerzos de los diversos sectores para impulsar áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país.
- V. Fortalecer el desarrollo regional en los sectores científicos y tecnológicos.
- VI. Definir prioridades, asignación y optimización de recursos

federales para la ciencia y la tecnología.

- VII. Propiciar el desarrollo regional mediante el establecimiento de redes o alianzas para la investigación científica.

- VIII. Promover la inclusión de la perspectiva de género con una visión transversal en la ciencia, la tecnología y la innovación, así como una participación equitativa de mujeres y hombres.

De estos ejes de la política en ciencia y tecnología se desprende el interés que tienen el gobierno mexicano de convertir a estas áreas en motores del desarrollo integral de México, de los mismos ejes se desprende la importancia de la conformación de redes científicas que fortalezcan a esta comunidad, si bien el eje VII señala a nivel interno la conformación de estas redes la ley no es limitativa para que estas redes no se lleven a cabo a nivel internacional.

Debido a que esta Tesis no se centra en las leyes que reglamentan al SNCTI solo se enunciaron las leyes que impactan directamente en el marco jurídico de la ciencia y la tecnología, para ahondar en este tema se recomienda la obra de Fernández de 1998 y la obra de Cabrero, Valdez et al del 2006 donde se hace un amplio análisis de todas las leyes que se relacionan con el sector científico y tecnológico (patentes, educación, telecomunicaciones, salud y economía).

Por lo tanto en esta sección del capítulo se hablará de los organismos que integran al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación así como de las normas que los reglamentan.

3.3.6.-Integración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)

El artículo 3 de la Ley de Ciencia y tecnología se señala la organización del SNCTI el cual está integrado por:

I. La política de Estado en materia de ciencia, tecnología e innovación que defina el Consejo General.

II. El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como los programas sectoriales y regionales, en lo correspondiente a ciencia, tecnología e innovación.

III. Los principios orientadores e instrumentos legales, administrativos y económicos de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación que establecen la presente Ley y otros ordenamientos

IV. Las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal que realicen actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación o de apoyo a las mismas, así como las instituciones de los sectores social y privado y gobiernos de las entidades federativas, a través de los procedimientos de concertación, coordinación, participación y vinculación conforme a ésta y otras leyes
Aplicables.

V. La Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación y las actividades de investigación científica de las universidades e instituciones de educación superior, conforme a sus disposiciones aplicables.

Sin embargo, y como señalan Berrueco, 2006 y Peña et al, 2006 los órganos rectores de este sistema serán la presidencia de la república en primer lugar, en segundo lugar el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo tecnológico que es la instancia directiva del sistema y en tercer lugar, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que es el ente ejecutor de las políticas públicas de este sector.

A nivel Administrativo podemos encontrar que los organismos institucionales y de coordinación del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación son:

- Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico
- Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación
- Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas a través del Sistema Integrado de Información

3.3.5.1 Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI)

El artículo 5 de la Ley de Ciencia y Tecnología encontramos la conformación del CGICDTI y en el artículo sexto de la misma ley encontramos las facultades que le son conferidas como organismo de coordinación del SNCTI, es relevante conocer la integración de este organismo debido a que es el organismo máximo de este sistema, por lo que al conocer su integración podremos conocer los actores primordiales del sector científico y tecnológico del país.

La conformación de este organismo será la siguiente: Lo presidirá el

presidente de la república y estará integrado por los titulares de las Secretarías de Relaciones Exteriores, de Hacienda y Crédito Público, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Energía, de Economía, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Comunicaciones y Transportes, de Educación Pública, y de Salud. (LCyT, 2002)

El secretario ejecutivo de dicho ente será el Director General del CONACYT, a su vez el resto de los integrantes del Consejo serán El Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, El Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, Un representante de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, Tres representantes del sector productivo que tengan cobertura y representatividad nacional, los cuales serán designados por el Presidente de la República.

Y finalmente por un representante del Sistema de Centros Públicos de Investigación y El Secretario General Ejecutivo de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

A continuación se presentan algunas de las facultades de este organismo, se eligieron las que eran de vital importancia para esta investigación, sin embargo pueden ser revisadas en su totalidad en el artículo 6 de la Ley de Ciencia y Tecnología.

Facultades de Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e innovación:

- Establecer en el Programa Especial las políticas nacionales para el avance de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación que apoyen el desarrollo nacional;

- Aprobar y actualizar el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación;
- Definir prioridades y criterios para la asignación del gasto público federal en ciencia, tecnología e innovación
- Definir los lineamientos programáticos y presupuestales que deberán tomar en cuenta las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal
- Aprobar el proyecto de presupuesto consolidado de ciencia, tecnología e innovación que será incluido, en los términos de las disposiciones aplicables, en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y emitir anualmente un informe general acerca del estado que guarda la ciencia, la tecnología y la innovación en México
- Aprobar y formular propuestas de políticas y mecanismos de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación en materia de estímulos fiscales y financieros, facilidades administrativas, de comercio exterior, metrología, normalización, evaluación de la conformidad y régimen de propiedad intelectual
- Realizar el seguimiento y conocer la evaluación general del programa especial, del programa y del presupuesto anual destinado a la ciencia, la tecnología y la innovación y de los demás instrumentos de apoyo a estas actividades.

Una vez señaladas algunas de las atribuciones del CGICDTI se comprende el ¿Por qué la importancia de conocer su integración? Pues con esta información se puede hacer la siguiente pregunta ¿Por qué el organismo máximo del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación está conformado en su mayoría por integrantes ajenos a la ciencia y la tecnología?

La respuesta a esta pregunta en si es meritoria de una tesis por separado, sin embargo, cualquier posible respuesta es indicativa de la percepción que el gobierno mexicano tiene de la ciencia, la tecnología y la innovación y de cómo debe de ser llevada a cabo en el territorio nacional, a pesar de ello, es claro que la intervención de personas ajenas a los rubros científicos y tecnológicos en la conformación del máximo organismo rector de la política de estos campos puede generar un choque de intereses entre los integrantes del consejo, pues cada uno tiene enfoques diferentes sobre la ciencia y la tecnología y sobre todo en las necesidades de estas áreas, así como en sus metas.

3.3.5.2.-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

A lo largo de la historia de nuestro país han existido diversas instituciones que han funcionado como organismo ejecutores de la política en ciencia y tecnología, sin embargo, uno de los antecedentes más importantes en la organización y estructuración de la política en ciencia y tecnología sería el Instituto Nacional de Investigación Científica (INIC) el cual fue fundado en 1950. (Pérez Tamayo, 2010)

El INIC durante los años que es tuvo en funcionamiento (1950 -1970) tuvo como objetivo promover a nivel nacional la coordinación, el desarrollo de la investigación científica y fungía como órgano de consulta de la presidencia de la república en materia de ciencia.

Entre los avances que generó esta institución se encuentra la fundación de la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza (ANUIES) cuya finalidad era coordinar los esfuerzos de estas instituciones para lograr el desarrollo y superación de la educación superior. (Retana, 2009)

Junto con otras instituciones el INIC fue un actor principal en la fundación de la Academia de la Investigación Científica (1959) cuyo propósito fue promover la investigación y la difusión de la ciencia en México. (Retana, 2009)

Como resultado de la primera Reunión Nacional de Ciencia y Tecnología para el desarrollo económico y social de México celebrada en 1967, se llevaron a cabo una serie de resoluciones que tuvieron por objeto la creación del comité para el estudio y fomento de la ciencia y la tecnología, el cual estaba integrado por el rector de la UNAM, el director general del IPN y el vocal ejecutivo del INIC.

Entre las primeras acciones derivadas de este comité fue convocar una reunión para atender la problemática existente entre la investigación científica y tecnológica y los flujos económicos de la nación, y cuya conclusión final fue, la necesidad de crear un Sistema Nacional en ciencia y Tecnología que coadyuvara al desarrollo integrado del país. (Retana, 2009)

A raíz de estas acciones y por mandato del entonces presidente Gustavo Díaz Ordaz se le ordenó al INIC la realización del primer estudio diagnóstico del país sobre la situación de la investigación científica y tecnológica del país, Retana,(2009) señala que este diagnóstico fue el primer documento en la historia de México sobre política nacional y programas de ciencia y tecnología.

Ruy Pérez Tamayo (2010) indica que este documento (el Diagnóstico) elaborado por el INIC fue la acción más positiva de toda su historia, en este documento se propuso la disolución del instituto y la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), fue por ello y debido a que el estado mexicano consideró necesario un nuevo organismo de carácter nacional que sistematizara la actividad científica nacional, que el 29 de diciembre de 1970 vio por primera vez la luz el CONACYT.

AL momento de su fundación, el CONACYT nacía con graves defectos (Pérez Tamayo, 2010) como lo era la conformación de su junta directiva, la cual estaba integrada por doce 12 actores, 8 de ellos permanentes de los cuales, cinco de ellos eran los secretarios de Educación Pública, Industria y Comercio, Hacienda y Crédito Público, Agricultura y Ganadería, y Salud.

Los otros tres integrantes permanentes eran el rector de la UNAM, el director del IPN y el director del CONACYT, los otros integrantes de carácter temporal eran dos rectores o directores de universidades de provincia, un titular de un organismo descentralizado y un empresario, estos cuatro actores temporales serían nombrados por los 8 actores permanentes. (Pérez Tamayo, 2010)

Un detalle importante a señalar es que en esta conformación de la junta directiva del CONACYT no había ningún integrante de la comunidad científica, esto lo confirma Pérez Tamayo (2010), al señalar que en un lapso de 30 años solo hubo un científico que dirigió al CONACYT y que perteneció a la Junta Directiva de este organismo.

Siguiendo con la historia del CONACYT, es necesario señalar que durante el periodo que corresponde a su fundación y hasta 1979, dependía de la Presidencia de la República, posteriormente se incorporó a la Secretaría de Programación y Presupuesto, en 1992 se reubicó en la Secretaría de

Educación Pública y, a partir de 2002 se integra de nuevo a la Presidencia de la República, y actualmente (2016) la página de internet del CONACYT señala que son integrantes del Sector educativo.

Lo anterior puede indicar por los diferentes momentos que ha pasado la ciencia y la tecnología en nuestro país, primero como un instrumento del desarrollo para el país, luego como instrumento de desarrollo económico, posteriormente como guía de la educación en México, después como instrumento de desarrollo sustentable y en este último periodo como instrumento de formación de recursos humanos de alto nivel y como promotora de la difusión de la información científica y tecnológica (CONACYT Visión al 2025).

Actualmente el CONACYT tiene por objetivos 1.-Ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal especializada en la articulación de las políticas públicas del estado mexicano en materia científica y tecnológica, 2.- Ser el principal promotor del desarrollo de la investigación científica y tecnológica así como de la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país. (Ley Orgánica del CONACYT)

En el artículo segundo de la Ley Orgánica del CONACYT también encontramos las facultades que le son otorgadas a este organismo para llevar a cabo estos objetivos, hasta la fecha de Enero de 2016 le han sido otorgadas 30 facultades más las que señale la Ley de Ciencia y Tecnología, para objeto de esta investigación se señalaron las que se consideran más importantes para nuestro objeto de estudio y estas son:

- Formular y proponer las políticas nacionales en materia de ciencia y tecnología;
- Apoyar la investigación científica básica y aplicada y la

formación y consolidación de grupos de investigadores en todas las áreas del conocimiento, las que incluyen las ciencias exactas, naturales, de la salud, de humanidades y de la conducta, sociales, biotecnología y agropecuarias, así como el ramo de las ingenierías;

- Formular, integrar y proponer al Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico el programa especial de ciencia y tecnología, así como coordinar su ejecución y evaluación, en los términos de la Ley de Planeación y de la Ley de Ciencia y Tecnología;
- Proponer al Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico las prioridades, los lineamientos programáticos y los criterios de asignación del gasto para ciencia y tecnología que deberán tomar en cuenta las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus anteproyectos de programa y presupuesto;
- Realizar conjuntamente con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la revisión y análisis integral de los anteproyectos de programa y presupuesto de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para apoyar la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a fin de asegurar su congruencia global con las políticas, prioridades, lineamientos programáticos y criterios de asignación del gasto definidos, con la participación de dichas dependencias y entidades;

- La conducción y operación del Sistema Nacional de Investigadores, y establecer sus objetivos, funciones y forma de organización en las reglas de operación y reglamentación interna.
- Proponer para su aprobación ante la Junta de Gobierno la creación, transformación, disolución o extinción de centros públicos de investigación con base en criterios de oportunidad de desarrollo, vinculación con necesidades y prioridades, y a un sistema de evaluación de calidad y productividad institucional; debiéndose contar con la opinión del Foro Consultivo Científico y Tecnológico;
- Promover y apoyar la conformación y funcionamiento de una Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación para definir estrategias y programas conjuntos, articular acciones, potenciar recursos humanos y financieros, optimizar infraestructura, propiciar intercambios y concertar esfuerzos en áreas relevantes para el desarrollo nacional
- Promover y apoyar el desarrollo de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación y los proyectos de investigación científica y tecnológica de las universidades e instituciones públicas de educación superior;
- Formular estudios, programas y promover, conjuntamente con las autoridades competentes, planes de carrera orientados a ofrecer incentivos para la profesión de investigador y tecnólogo, fortalecer y multiplicar grupos de investigadores y fomentar la movilidad de investigadores

entre centros, constituir nuevos centros e instituciones, incluyendo aquellos orientados a la formación de recursos humanos de alto nivel y especialización en áreas científicas y tecnológicas y crear redes en áreas estratégicas de propuestas de conocimiento

- Diseñar, organizar y operar programas de apoyo y un sistema nacional de estímulos e incentivos para la formación y consolidación de investigadores y grupos de investigadores en cualquiera de sus ramas y especialidades, así como promover el establecimiento y difusión de nuevos premios y estímulos;
- Aportar recursos a las instituciones académicas, centros de investigación y, en general, a personas físicas y morales, públicas, sociales y privadas, para el fomento y realización de investigaciones y desarrollos tecnológicos, en función de programas y proyectos específicos, en los términos de esta Ley, de la Ley de Ciencia y Tecnología y, en su caso, de los convenios que al efecto celebre el CONACYT con otros aportantes y con las instituciones o centros interesados, sin perjuicio de que dichas instituciones y centros sigan manejando e incrementando sus propios fondos y patrimonio;
- Formular y financiar programas de becas y en general de apoyo a la formación de recursos humanos, en sus diversas modalidades, y concederlas directamente, así como integrar la información de los programas de becas que ofrezcan para postgrado otras instituciones públicas nacionales o los organismos internacionales y gobiernos

extranjeros, a fin de optimizar los recursos en esta materia y establecer esquemas de coordinación eficientes, en los términos de las convocatorias correspondientes

- Investigar en forma directa exclusivamente sobre el desarrollo y estado de la ciencia y la tecnología, para lo cual deberá:
- Realizar estudios prospectivos para identificar las necesidades nacionales en ciencia y tecnología, estudiar los problemas que la afecten y sus relaciones con la actividad general del país,

En lo que se refiere a asuntos internacionales en materia de ciencia y tecnología:

- Remitir a la Secretaría de Relaciones Exteriores para su dictamen jurídico, los acuerdos y convenios internacionales que en ámbito de la ciencia y la tecnología requiera suscribir el CONACYT, así como concertar convenios con instituciones extranjeras y con agencias internacionales para el cumplimiento de su objeto, previa consulta jurídica con la Secretaría de Relaciones Exteriores. Participar conforme lo dispongan las leyes aplicables, en los organismos o agencias internacionales de los que México sea parte y que se relacionen con la materia de su competencia
- Fomentar programas de formación de recursos humanos de alto nivel y de intercambio de profesores,

investigadores, técnicos y administradores, en coordinación con dependencias, instituciones académicas o empresas, tanto nacionales como extranjeras;

- Concertar acuerdos de cooperación técnica que identifiquen y seleccionen oportunidades para establecer flujos positivos de conocimiento y recursos tecnológicos hacia las empresas nacionales, bajo criterios de asimilación inicial y posterior innovación;

Es necesario recordar al lector que si bien el CONACYT cuenta con estas atribuciones, todas las implementaciones de la política científica así como apoyos a este sector deben de ser sometidas y consensuadas ante la Junta de Gobierno de este organismo. Por tal motivo se estudiará la conformación de dicha junta así como las atribuciones que le son otorgadas por la Ley Orgánica del CONACYT.

3.3.5.2.1 Integración de la Junta de Gobierno del CONACYT

A la fecha el CONACYT está integrado por una Junta de gobierno y por el director general, en el artículo 5 de la Ley Orgánica del CONACYT se señala su conformación, la cual estará integrada de la manera siguiente:

- I. Un representante de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- II. Un representante de la Secretaría de Economía;
- III. Un representante de la Secretaría de Educación Pública;
- IV. Un representante de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- V. Un representante de la Secretaría de Energía;
- VI. Un representante de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y

VI. Un representante de la Secretaría de Salud.

En el mismo artículo, se señala que se invitará a formar parte de la Junta de Gobierno al Secretario General de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), a un miembro del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, así como a dos investigadores en funciones preferentemente de los dos niveles superiores del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y a dos representantes del sector productivo, los cuales serán propuestos por el Director General del CONACYT.

De lo anterior y comparando con la integración del Consejo General de la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico se desprende un cambio significativo respecto de la administración y de los actores que dirigen la organización de la ciencia y la tecnología en nuestro país, pues actualmente existen una mayor participación de la comunidad científica y educativa en esta junta de gobierno, sin embargo, ocho de sus trece integrantes pueden ser personas que estén lejos de la comunidad científica y tecnológica, de sus dinámicas y sobre todo de sus necesidades.

La conformación de la junta de gobierno se torna más crucial una vez analizadas las facultades del CONACYT así como la toma de decisiones en el sector científico y tecnológico por este organismo pues, actualmente el artículo sexto de la Ley Orgánica del CONACYT señala las facultades de este organismo, se transcriben las más importantes las cuales son:

- Aprobar la constitución, modificación o extinción de todas las modalidades de Fondos CONACYT a que se refiere la Ley de Ciencia y Tecnología y los criterios para la celebración de convenios para la constitución, modificación o extinción de Fondos Sectoriales, Mixtos e

Internacionales, así como de los contratos, las reglas de operación y programas de los Fondos Institucionales;

- Aprobar las políticas y los programas del CONACYT a propuesta del Director General, así como autorizar y expedir las reglas de operación de los programas sustantivos, o sus modificaciones, sin necesidad de autorización posterior alguna. La información, transparencia y evaluación de las reglas de operación se registrará por las disposiciones del Presupuesto de Egresos del Ejercicio Fiscal que corresponda;
- Aprobar el dictamen que presente el Director General a que se refiere la fracción XIV del artículo 2 de esta Ley;
- Analizar y, en su caso, aprobar las reglas de operación y reglamentación interna del Sistema Nacional de Investigadores que para tal efecto le presente el Director General;
- Aprobar la distribución del presupuesto anual definitivo del CONACYT, el programa de inversiones y el calendario de gasto, de acuerdo con el presupuesto total autorizado;
- Decidir el uso y destino de los recursos autogenerados y la aplicación de ingresos excedentes, ya sea dentro del presupuesto de la entidad o canalizando éstos a los Fondos CONACYT;
- Aprobar, a propuesta del Director General, la administración desconcentrada de funciones, programas y

recursos;

- De las facultades que le otorga la Ley Orgánica de CONACYT a la Junta de Gobierno es posible notar la importancia de este organismo en la aplicación y dirección de la política pública en materia de ciencia y tecnología, y aún más importante es señalar y recalcar que la mayoría de los integrantes de este organismo (Junta de Gobierno) no son personajes que se relacionen directamente con la práctica y desarrollo de este campo.

Sin embargo y gracias a la pluralidad de actores que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, la comunidad científica tiene voz y participación en la guía de las políticas públicas a través del Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

3.3.5.3.-Foro Consultivo Científico y Tecnológico

El Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCT) es un órgano autónomo de consulta permanente del Poder Ejecutivo, del Consejo General de Ciencia y Tecnología y que también asesorará a la junta de gobierno del CONACYT artículo 36 de la LCyT.

En la Ley de Ciencia y Tecnología en su artículo 36 fracción primera podemos encontrar los objetivos que le han sido señalados a este organismo así como las bases de su funcionamiento, entre las que encontramos las siguientes: 1.- Ser el organismo que exprese las inquietudes de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo, 2.- Presentar la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.

En la Fracción segunda del artículo 36 se señala que el Foro estará integrado por científicos, tecnólogos, empresarios y por representantes de las organizaciones e instituciones de carácter nacional, regional o local, públicas y privadas, los cuales deberán ser reconocidos por sus tareas permanentes en la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, en la fracción tercera se indica que para la integración de este organismo se seguirán los criterios de pluralidad, de renovación y de representatividad de las diferentes áreas y especialidades de la comunidad científica y tecnológica, teniendo en consideración el equilibrio entre las diversas regiones del país

La organización del foro será por comités de trabajo los cuales estarán conformados por especialistas en los diversos temas de la ciencia y la tecnología, contará con una mesa directiva formada por veinte integrantes, de los cuales 17 serán los titulares de las siguientes organizaciones: la Academia Mexicana de Ciencias, A. C.; la Academia Mexicana de Ingeniería, A. C.; la Academia Nacional de Medicina, A. C.; la Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, A.C.; la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior; la Confederación Nacional de Cámaras Industriales; el Consejo Nacional Agropecuario; la Confederación Patronal de la República Mexicana; la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, y un representante de la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A.C.; la Universidad Nacional Autónoma de México; el Instituto Politécnico Nacional; el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; la Academia Mexicana de la Lengua; la Academia Mexicana de Historia; el Sistema de Centros Públicos de Investigación y el Consejo Mexicano de Ciencias Sociales.

Los tres integrantes restantes serán investigadores que representarán uno de ellos a las ciencias exactas o naturales, uno de las ciencias sociales o humanidades y uno de la ingeniería o tecnología, los cuales actuaran a título personal. (LCyT, artículo 36 fracción V)

Es importante señalar que de los 17 representantes que conforman el Foro Consultivo, 3 de ellos pertenecen al sector productivo siendo estos el representante de la Confederación Nacional de Cámaras Industriales, el de la Confederación Patronal de la República Mexicana, y el representante de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, situación que muestra la vinculación que intenta propiciar el gobierno federal entre el sector académico y científico con el sector productivo, también es importante señalar que solo hay un representante del campo mexicano siendo el representante del Consejo Nacional Agropecuario, estos datos sirven para atisbar las posibles vinculaciones que pueden existir entre los diversas áreas que conforman a este organismo.

La conformación del FCCT también permite identificar a los principales gremios científicos que tienen intervención directa en la guía de las políticas del sector científico y tecnológico, pues como veremos más adelante, el foro consultivo tiene como funciones básicas, proponer y opinar sobre las políticas nacionales.

El artículo 37 de la ley de ciencia y tecnología señalan las facultades o funciones que tendrá este organismo dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación entre las que encontramos:

- Proponer y opinar sobre las políticas nacionales y programas sectoriales y especiales de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación;

- Proponer áreas y acciones prioritarias y de gasto que demanden atención y apoyo especiales en materia de investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación, formación de investigadores, difusión del conocimiento científico y tecnológico y cooperación técnica internacional;
- Analizar, opinar, proponer y difundir las disposiciones legales o las reformas o adiciones a las mismas, necesarias para impulsar la investigación científica y el desarrollo y la innovación tecnológica del país;
- Opinar y valorar la eficacia y el impacto del Programa Especial y los programas anuales prioritarios y de atención especial, así como formular propuestas para su mejor cumplimiento

Por último y a pesar de que el artículo 36 de la LCyT indica que el Foro Consultivo Científico y Tecnológico es un órgano autónomo, esta situación queda en duda, pues el artículo 38 de la misma ley indica que el CONACYT por medio del secretario técnico de la mesa directiva del FCCT otorgará los apoyos necesarios incluido el económico para garantizar el adecuado funcionamiento tanto logísticos como de operación, por tal motivo el presupuesto de este organismo es parte de la partida presupuestal que le es otorgado al CONACYT por medio del Programa de Egresos de la Federación (PEF), por ello cabe preguntarse sobre la real autonomía de este organismo y su toma de decisiones frente al CONACYT.

Siguiendo con el análisis de los organismos que integran el Sistema Nacional de Ciencia y tecnología se analizará la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología.

3.3.5.4.-Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología e Innovación con el objetivo de incluir a los actores esenciales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país señala, en el artículo 31 de la Ley de Ciencia y Tecnología la creación de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, cuya función es ser un organismo de coordinación institucional entre el CONACYT y las dependencias o entidades de los gobiernos estatales, la conferencia tendrá por objeto promover las acciones para apoyar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, el mismo artículo (artículo 31 de la LCyT) también señala que participará en la definición de políticas y programas en el rubro científico y tecnológico.

La Conferencia Nacional estará integrada por el director general del CONACYT y por los titulares de las dependencias y entidades de las entidades federativas que acepten la invitación del CONACYT. (Artículo 31 de la LCT)

La misma ley en su artículo 32 señala las funciones que tendrá la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología las cuales son:

- Conocer y opinar sobre aspectos de interés para el apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación;
- Opinar en la formulación de las políticas generales de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación;
- Participar en la elaboración del Programa Especial de

Ciencia, Tecnología e Innovación;

- Apoyar la descentralización territorial e institucional de los instrumentos de apoyo a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación;
- Proponer las funciones del CONACYT respecto de las cuales dependencias o entidades de los gobiernos de las entidades federativas puedan colaborar operativamente;
- Proponer la celebración de acuerdos de coordinación;
- Analizar y plantear propuestas de modificaciones al marco legal sobre ciencia y tecnología.

Sin embargo, la Ley de Ciencia y Tecnología deja al arbitrio de los integrantes de la Conferencia Nacional las bases de su funcionamiento, las cuales se propondrán en el pleno de la Conferencia por parte del Director General del CONACYT.

Sobre las bases del funcionamiento de la Conferencia Nacional es necesario hacer el señalamiento que realiza Berrueco (2006); Peña et al 2006, pues las autoras señalan que para el año 2005, el 31.25% de los integrantes de la conferencia nacional no se suscribieron a las Bases de Funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, los estados que no se suscribieron fueron Colima, Estado de México, Guanajuato, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, San Luís potosí , Tampico, Veracruz y Yucatán.

Con el objetivo de ahondar en este señalamiento se revisó el último documento disponible sobre la suscripción a las bases de Funcionamiento de la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, se encontró que el último documento suscrito por esta Conferencia data del

Año 2009 (CONACYT, 2015)³ y en cual se encontraron funciones diferentes a las establecidas en la Ley de Ciencia y Tecnología.

Entre las facultades que le son conferidas y no aparecen en la LCyT se encuentran:

- a) Conocer y opinar sobre aspectos de interés para el apoyo y fomento a la Investigación científica, el desarrollo tecnológico e innovación, incluyendo las relacionadas con la formación de recursos humanos de alto nivel.
- b) Proponer la formulación de las políticas generales de apoyo a la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, incluyendo las relacionadas con la formación de recursos, humanos de alto nivel;
- c) Proponer áreas y acciones prioritarias de fomento y divulgación de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, incluyendo las relacionadas con la formación de recursos humanos de alto nivel;
- d) Proponer mecanismos para la cooperación técnica e internacional en materia de ciencia, tecnología e innovación.

Del análisis del documento sobre las bases de Funcionamiento de la Conferencia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del 2009, también fue posible identificar a las entidades federativas que no suscribieron dichos lineamientos, las cuales son: Coahuila, Colima, Guerrero, Quintana Roo y Tlaxcala.

³ <http://www.conacyt.mx/images/conacyt/normatividad/interna/BASES.pdf>

La falta de suscripción por parte de estos estados a las bases que regirán el funcionamiento, los objetivos y alcances de la Conferencia Nacional muestra la politización de la ciencia, la tecnología e innovación en nuestro país, pues de estos datos se observa que no todas las entidades estatales comparten la misma visión sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología, de lo anterior, se puede observar que estos estados no dotan de importancia a estos campos en el desarrollo de nuestro país. De la falta de integración a la suscripción de estos lineamientos, también se lee una ruptura en la política pública para estas áreas, lo que trae aparejado un demérito en el funcionamiento del SNCTI.

3.3.5.5.-Red Nacional de Grupos y de Centros de investigación

Como se ha visto a lo largo de este capítulo la Ley de Ciencia y Tecnología es el marco de normativo del SNCTI y por ende en ella se encuentran las facultades que los órganos tendrán para desarrollar sus actividades en el campo científico y tecnológico, por ello la misma ley también contempla la interacción de los grupos de investigación, específicamente encontramos este objetivo en el artículo 1 en la fracción IV donde se indica que la Ley de Ciencia y Tecnología establecerá las instancias y los mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas, así como de vinculación y participación de la comunidad científica y académica, de los sectores público, social y privado con el objetivo de formular políticas de promoción, desarrollo y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Con el objetivo de fomentar y promover la vinculación de estos grupos encontramos en el artículo 30 de esta ley, el fundamento legal para la conformación y funcionamiento de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación, donde se indica los objetivos de este organismo los cuales son:

- 1.-Definir estrategias y programas conjuntos entre los centros de investigación sean estos públicos o privados.
- 2.-Articular acciones, potenciar recursos humanos y financieros, optimizar infraestructura, propiciar intercambios y concentrar esfuerzos en áreas relevantes para el desarrollo nacional.
- 3.-Formular estudios y programas orientados a incentivar la profesión de investigación, fortaleciendo y multiplicando los grupos de investigadores.
- 4.-Fomentar la movilidad entre los investigadores dentro de los grupos de investigación.
- 5.-Proponer la creación de nuevos grupos y centros de investigación haciendo énfasis en la creación de redes en áreas estratégicas del conocimiento.

En el mismo artículo se señala que se podrán adscribir voluntariamente grupos y centros de investigación públicos, sociales y privados con el objetivo de fortalecer el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en nuestro país, sin embargo, el artículo 6 de la LCyT señala que es una facultad del Consejo General del SNCTI aprobar los criterios y estándares institucionales para el ingreso y permanencia en la Red Nacional de grupos y centros de investigación, lo que muestra de nueva cuenta la injerencia de personas ajenas al campo científico y tecnológico, situación que puede afectar el desarrollo y evolución del mismo.

Entre las ventajas que encontramos con la conformación de la Red Nacional De Grupos Y De Centros De Investigación Rubio, 2003 señala que la Red Nacional es un mecanismo que enlazan la oferta y la demanda permitiendo dinamizar la interacción entre el conocimiento y las habilidades del investigador lo que proporciona una mayor competitividad en el mercado del conocimiento, además es una ventaja al enfrentar ciertos

temas de investigación, pues debido a la complejidad y magnitud de estos proyectos es necesaria la conformación de grupos multidisciplinarios que aborden el estudio de dicha temática.

Como se indicó al principio de este capítulo, esta sección tiene por objetivo mostrar la conformación del SNCTI así como a sus principales actores desde el sector público y sus principales facultades, sin embargo hay que hacer el señalamiento que esta investigación no hace un estudio exhaustivo de las intrincadas relaciones que se generan entre los actores del sector público y mucho menos en el profundo impacto que generan en el desarrollo de la actividad científica en nuestro país. Sin embargo, a través de la identificación de los actores de este rubro y sus facultades estamos en posición de conocer ahora de donde emana la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología.

3.3.6.- El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Cooperación Internacional en materia de Ciencia Y Tecnología

En el desarrollo del presente capítulo se han presentado las fuentes de donde emana la política pública en los campos de la ciencia, la tecnología y la innovación y como se señaló, es en nuestra Constitución política, específicamente en su artículo 3 donde se señala el compromiso del gobierno mexicano en impulsar y fomentar el desarrollo de las mismas, sin embargo y como se ha mostrado, la política pública en este campo pasa por diferentes leyes y programas que suman atribuciones y obligaciones a los actores que estructuran la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Uno de los programas que estructuran la actividad científica es el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) que como se señaló es el instrumento que contiene las políticas, acciones y metas de la investigación científica para nuestro país, dentro de dicho programa la Ley

de Ciencia y Tecnología señala que debe de contener prioritariamente los siguientes ejes: (artículo 21 de la LyCT)

La política general de apoyo a la ciencia y la tecnología.

Diagnósticos, políticas, estrategias y las acciones prioritarias en materia de:

- a)** Investigación científica, desarrollo tecnológico y la innovación.
- b)** Formación e incorporación de investigadores, tecnólogos y profesionales de alto nivel.
- c)** Difusión del conocimiento científico y tecnológico y su vinculación con los sectores productivos y de servicios.
- d)** Colaboración nacional e internacional en las actividades anteriores,
- e)** Fortalecimiento de la cultura científica y tecnológica nacional,
- f)** Descentralización y desarrollo regional.
- g)** Seguimiento y evaluación.

De dicho instrumento de política pública se advierte la importancia que tiene la colaboración internacional dentro del SNCTI y del impacto que se busca con dicha vinculación internacional, por tal motivo y para reforzar la importancia que tiene la colaboración internacional en estos campos se ha dotado a diferentes integrantes del SNCTI de facultades para intervenir y dirigir esfuerzos para la cooperación internacional en los campos de la ciencia, tecnología e innovación.

Entre los organismos que se encuentran facultados para intervenir en materia de colaboración en ciencia y tecnología está el CONACYT, que en su Ley Orgánica se la ha conferido la atribución para ejecutar programas y proyectos en cooperación científica y tecnológica, fomentar programas de formación de recursos humanos de alto nivel; así como el intercambio de profesores, técnicos e investigadores tanto a nivel nacional como

internacional. (Artículo 2, apartado B y C de la Ley Orgánica del CONACYT)

Otro integrante del SNCTI que se ha facultado para intervenir en temas de cooperación internacional para el campo científico y tecnológico es el Foro Consultivo Científico y Tecnológico que entre sus atribuciones señaladas en el artículo 37 fracción II de la LCyT cuenta con el proponer acciones prioritarias en el campo de la cooperación internacional para fortalecer el desarrollo de las políticas y planes sectoriales de la investigación científica y tecnológica.

3.4.- Conclusiones

A lo largo de este capítulo se ha presentado un esquema del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, así como los órganos de administración pública que intervienen en su estructuración, se señalaron sus principales atribuciones y de qué manera se interrelacionan en el campo científico y tecnológico.

Con la identificación de los actores administrativos fue posible conocer quiénes son los actores políticos que definen el rumbo de la política científica y tecnológica del país, muestra de ello es la conformación del Consejo General de Investigación científica y desarrollo tecnológico e innovación, que es el órgano más importante en la definición de la política científica, el cual está conformado en su mayoría por secretarios de estado que están lejos de la ciencia y la tecnología.

De la integración de esta institución administrativa es posible observar que la ciencia y la tecnología de nuestra nación está fuertemente vinculada con los sectores económicos y políticos; además que solo participan como representantes de la comunidad científica y académica, el director del

CONACYT, el Coordinador General del Foro Consultivo Científico y Tecnológico y el Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias. Este hecho toma mayor relevancia al analizar las facultades que tiene dichos entes de la administración pública en el campo científico y tecnológico, pues en éste se toman las decisiones más importantes, como es el establecimiento del PECITI y sus ejes de acción, la asignación del gasto público federal en ciencia, tecnología e innovación, así como la organización de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

También al analizar a los actores principales en la estructura del SNCTI fue posible identificar a los gremios científicos e instituciones de educación superior que ejercen mayor poder político en la toma de decisiones del campo científico (entre ellos: los ingenieros, los médicos, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional entre otros). Esta inferencia surge al conocer la integración del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, pues la Ley de Ciencia y Tecnología señala claramente que entre sus objetivos está el promover la expresión de la comunidad científica, académica, tecnológica y del sector productivo; y aún más importante, contará con la facultad de proponer áreas y acciones prioritarias y de gasto que demanden atención y apoyo especiales en materia de investigación científica, tecnológica y de innovación.

Lo anterior puede ser una guía para contestar la pregunta planteada por Casas en 2004, pues podrían ser estos gremios e instituciones de educación superior los que tengan mayor peso en la toma de decisiones del rubro científico y tecnológico, y a su vez, serían estos actores los que buscan posicionarse dentro de la esfera del poder político.

El análisis del SNCTI permitió identificar que la política pública de ciencia, tecnología e innovación está integrada en los diferentes órdenes de

gobierno, tanto a nivel federal como a nivel estatal, como se explicó la política científica pasa a través del Plan Nacional de Desarrollo, leyes de carácter federal, como de carácter administrativo así como a través de planes sectoriales nacionales y estatales, por lo que su instauración se da en todo el territorio nacional.

Por otro lado, y en menor medida, en este capítulo se señalan las bases normativas que fundamentan la colaboración científica a nivel internacional, de igual forma, se señala lo prioritario que es esta vinculación para el desarrollo de la ciencia en nuestro país, por lo menos a nivel discursivo y que se manifiesta a través del PND, PECITI, Ley de Ciencia y Tecnología y Reglamento Interno del CONACYT.

También, se señala que debido a la importancia que tiene la colaboración internacional en los campos científicos y tecnológicos es prioritario realizar un análisis de las bases de esta cooperación y aún más importante conocer las lógicas y factores que intervienen en su realización. (Sadosky, 1973); (Kraimer, 2006, 2007); Vink (2014); Arellano et al (2012)

México cuenta con un SNCTI y a pesar de que existe la instrumentación normativa, planes sectoriales e instituciones de carácter administrativo; el desarrollo de la actividad científica y tecnológica en nuestro país no está exenta de la intervención de factores externos, entre ellos los políticos, económicos e internacionales, muestra de la intervención de estos factores son, que la rectoría de los organismos que instauran la política pública no esté en manos de la comunidad científica, que los fondos económicos para el sector no sean suficientes y que se incumpla con el aumento del presupuesto para estas áreas y tal vez el más importante, las dinámicas que se desarrollan en el campo científico a nivel internacional y en las cuales estamos inmersos.

Capítulo 4. Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología

4.1.-Introducción

Como analizamos en el capítulo anterior, México cuenta con un SNCTI en el cual la colaboración internacional tiene un papel central en el desarrollo y fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación. Al respecto Sánchez, Ponce, Gómez, Huesca et al (2014) señalan que el crecimiento masivo de las redes internacionales de investigación científica han tenido lugar debido a la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología tanto es su carácter formal como informal, lo que ha beneficiado el desarrollo científico de nuestro país.

A su vez Oregioni y López (2011) indican que la evolución de la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología corresponden a la interrelación de la vinculación personal voluntaria así como a esquemas de una mayor institucionalidad en los que intervienen gobiernos, organismo internacionales y agentes privados.

Muestra de la participación de organismos internacionales, es el papel que jugó la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) en la restructuración de las agendas de ciencia y tecnología en Latinoamérica, pues como señala Sánchez et al (2014) es a principios del año 2000 y a partir del informe *Recent Development in Science, Technology and Innovation Policies* de este organismo que existió una restructuración de las políticas públicas en estos campos en los países latinoamericanos en donde se le otorgó a la cooperación internacional un papel central en el desarrollo de las capacidades técnicas y científicas de estos países.

Desde la perspectiva de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT) el análisis de las relaciones internacionales en materia de

cooperación en los campos científicos y tecnológicos son relevantes, pues estas relaciones propician el intercambio de información y conocimiento entre la comunidad científica, los gobiernos, la sociedad y los organismos internacionales, pues mediante esta cooperación se logran diseñar los marcos institucionales para la difusión y transferencia de las invenciones, tecnologías e investigaciones (Markina, 2014).

La misma autora señala que desde el análisis de los ESCT se pueden identificar a los gobiernos líderes en desarrollo científico y tecnológico que influyen a través de los organismos internacionales para dirigir las políticas públicas en estos campos en busca de sus propios intereses.

Dentro de esta visión Markina (2014) cita a (Bijker, Hughs y Picnh, 1987) y señala que los actores sociales moldean y son moldeados por sus propias estructuras y sistemas, por lo tanto la ciencia y la tecnología se van construyendo por los actores internacionales, tanto en sus contextos políticos, económicos y sociales, pero a su vez esto se van transformando al interactuar con la propia ciencia y tecnología

Por tales motivos y con el objetivo de analizar el impacto que la cooperación internacional tiene en estos campos y en específico en el desarrollo de la física mexicana en el presente capítulo se analiza la relación que guarda México a nivel internacional en materia de cooperación técnica y científica con el resto de países y en particular los instrumentos que regulan la cooperación México-Eua en estos campos.

En el último capítulo de esta investigación se analizará a profundidad el impacto de la cooperación México –EUA en ciencia y tecnología, sin embargo el presente apartado contiene los elementos primigenios que permitirán identificar el tipo de relación que se desarrolla entre ambos países. Esto será posible pues de la conformación de las relaciones que se

han generado a través de la cooperación científica y tecnológica surgen los primeros lazos que son determinantes para la relación de la en física entre ambas naciones.

Este capítulo pretende responder a las siguientes preguntas ¿Qué tipo de cooperación científica y tecnológica tiene México a nivel internacional? ¿Con que países mantiene estas relaciones?

Una vez contestadas estas preguntas se estará en la capacidad para analizar la relación de México y EUA en el desarrollo de la física mexicana, lo cual como se indicó se desarrollará en el capítulo 5 de esta investigación.

4.2.-Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica que abordan el análisis de la cooperación científica y tecnológica con el objetivo de poder explicar dicho fenómeno a nivel nacional, posteriormente se realizó una consulta a la base de datos de la SRE sobre tratados internaciones, convenios y acuerdos ínter institucionales primero a nivel general y posteriormente en materia de ciencia y tecnología.

Por último, se ubicaron los tratados, convenios y acuerdos inter institucionales celebrados por México con los EUA en el campo científico y tecnológico con el fin de identificar la cercanía entre ambos países en el marco de la cooperación internacional en ciencia y tecnología

4.3.-Desarrollo

4.3.1.-Cooperación Internacional para el Desarrollo

Recio Crespo (1996) señala que los grandes desequilibrios económicos y existentes entre las naciones han llevado aquellos países económicamente más desarrollados procuren ayudar a aquellos más atrasados. Las razones que pueden encontrarse para ello son motivos altruista y morales o por el contrario pueden deberse a intereses más pragmáticos, pero lo cierto es que la ayuda a países menos desarrollados se ha denominado como cooperación al desarrollo (Cooperación Internacional para el desarrollo).

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo señala que la cooperación internacional se entiende como la interacción creativa entre los estados, la promoción del diálogo y el acercamiento para resolver problemas comunes a partir del entendimiento con el objetivo de afrontar coordinadamente los problemas que enfrente la comunidad internacional, por el contrario para Keohane, (1988) unos de los teóricos más importantes de la ciencia política internacional, conceptualiza que la cooperación internacional sucede cuando los actores internacionales ajustan su comportamiento a las pretensiones actuales o incluso anticipándose a ellas, todo ello a través de procesos de coordinación política.

Históricamente puede encontrarse el primer antecedente de la cooperación internacional en la década de los 50's, derivado del fin de la segunda guerra mundial y de la confrontación ideológica entre el bloque capitalista y el socialista (Álvarez, 2012). La autora también señala que esta confrontación fue determinante para la dirección de los flujos de ayuda, pues esta era destinada dependiendo de la importancia geoestratégica de los territorios a los que era dirigida. Por lo tanto, la cooperación internacional para el desarrollo nace como un mecanismo de política

internacional que tenía como principal objetivo el fortalecer las relaciones entre los estados teniendo previamente un objetivo determinado por los intereses de los países donatarios.

Por otro lado, Griffin (1991) señala que en esta primera etapa de la cooperación internacional no se buscaba el desarrollo de los países pobres a largo plazo, sino que al contrario se buscaba un crecimiento rápido sin enfocarse en las problemáticas de los países receptores y sobre todo estaba enfocado a los países afectados por la segunda guerra mundial.

Un ejemplo de este tipo de cooperación internacional para el desarrollo se encuentra en el plan MARSHALL, el cual fue el primer modelo de cooperación internacional que identificaba el desarrollo con el crecimiento económico (Gómez y Tormo, 2012) posteriormente y derivada de la experiencia del plan Marshall se hizo visible que las relaciones de cooperación entre las naciones contribuía a la estabilidad y crecimiento económico conjunto, a raíz de esta visión y para el buen funcionamiento del sistema económico y político internacional fue evidente que la intervención de la comunidad mundial era necesaria para ayudar a los países con menos desarrollo económico.

En la bibliografía (Gómez et al, 2012; Álvarez, 2012) podemos encontrar que en la década de los 50 y 60's los principales impulsores de la cooperación internacional para el desarrollo fueron el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional así como diversos organismo de las Naciones Unidas.

Dentro del desarrollo de la cooperación internacional destaca la década de los 70's, pues en esta década la cooperación internacional se consolida como un enfoque y proceso político. Un factor determinante para esta consolidación fue el Informe Pearson, su importancia radica es ser el

primer instrumento de política internacional que sentaba las bases para un nuevo tipo de cooperación internacional. El informe especificaba las responsabilidades que recaerían tanto en los países donantes como en los receptores, uno de los aportes principales de este informe para la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología, reside que dentro de sus bases señalaba que los países donantes de asistencia técnica (científica y tecnológica) tenían que otorgar una ayuda integrada, es decir, que permitiera que los beneficiarios adquirieran los conocimientos para hacer un uso eficiente de la asistencia proporcionada.

Con el objetivo de conocer la clasificación de la cooperación internacional según sus fuentes de financiamientos a continuación se muestra el esquema presentado por Álvarez (2012) en el cual se observan tanto las fuentes de financiamiento de la cooperación internacional, como los tipos de cooperación en que derivan y los actores que se ven involucrados en cada una de ellas.

Tabla IX. Fuentes de Financiamiento de la cooperación internacional (Álvarez, 2012)

Fuentes	Tipos de cooperación	Actores
Cooperación gubernamental	<ul style="list-style-type: none"> • Bilaterales • Multilaterales • Descentralizados 	Gobiernos (nacionales y locales) y Organismos multinacionales
Cooperación no gubernamental	<ul style="list-style-type: none"> • Privados • Organizaciones de la sociedad civil • Universidades 	Empresas, ONGs, Sociedad civil, Universidades.
Fondos mixtos	<ul style="list-style-type: none"> • Gubernamentales y/o no gubernamentales 	Mixtos

Álvarez, (2012) señala que la cooperación gubernamental tiene como principal característica ser un sistema de intervención de gobierno con fines específicos y prioridades políticas, que tienen como finalidad apoyar el desarrollo del país beneficiario, este tipo de cooperación forma parte de la agenda de política exterior del país donante.

La cooperación no gubernamental tiene como finalidad la solidaridad internacional de sujetos privados sin fines de lucro y por último los fondos mixtos como su designación indica resultan de la combinación de fondos gubernamental con los no gubernamentales. Por último, se presenta los tipos de cooperación internacional y las formas en que puede ser ejercida

La guía de Cooperación Técnica Internacional de 1998 de la Secretaria de Relaciones Exteriores (SRE) de México, señalaba que la Cooperación Científica y Tecnológica internacional constituye un ámbito importante de las relaciones de México con el exterior, y el cual es un instrumento complementario a las acciones que instaura nuestro gobierno para el desarrollo del país.

Tabla X.- Tipos de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Modalidades y objetivos)

Tipos de Cooperación	Modalidad	Objetivo
Cooperación educativa	No Reembolsable Reciprocidad Internacional	Cooperación ofrecida mediante becas y programas de intercambio académico para estudiantes en desarrollo que realicen estudios formales en México

		(Incluye estancias de investigación)
Cooperación financiera	Reembolsable No reembolsable	Cooperación ofrecida mediante la transferencia de recursos financieros, con el objetivo de apoyar proyecto de desarrollo
Acción Humanitario	No reembolsable	Donación de recursos financieros, técnicos o en especie para la asistencia y auxilio provocadas por una situación de emergencia o catástrofe.
Contribuciones a Organismos Internacionales	No reembolsable	Aportaciones económicas realizadas por el gobierno mexicano , ya sea como obligación adquirida o realizada de manera voluntaria
Cooperación Técnica y Científica	Norte – Sur (Vertical) Sur –Sur (Horizontal) Triangular (País de Renta Alta, País de Renta Media y País de Renta Baja)	Cooperación ofrecida mediante la transferencia e intercambio de recursos técnicos, pericias, información especializada, experiencias y conocimiento que permiten el fortalecimiento de capacidades institucionales de países en desarrollo.

Elaboración propia con datos de SRE, 2016 y Álvarez, 2012.

La bibliografía conceptualiza la cooperación técnica y científica como la transferencia de técnicas, tecnologías, conocimientos y habilidades con la finalidad de alcanzar un mayor desarrollo socio económico, y dentro de

esta se encuentran la formación de recursos humanos altamente capacitados, así como el mejoramiento de capacidades institucionales para el desarrollo de estos campos.

Como se observa en la tabla anterior este tipo de cooperación puede tener 3 modalidades, la cooperación Norte –sur y la cual tiene como principales practicas las estancias de investigación, el intercambio de investigadores, la solicitud de expertos así como los proyectos de investigación conjunta, su principal característica es que se da manera vertical, es decir de un país de renta alta hacia uno de renta media o de renta baja.

La cooperación sur –sur consiste en el intercambio de experiencia, conocimientos y tecnologías entre los países en desarrollo, su principal característica es ser una herramienta de política internacional que permita la construcción y fortalecimiento de los lazos diplomáticos entre las naciones, Y dentro de la cooperación triangular, existe una relación tripartita donde un país desarrollado y uno de renta media benefician a un tercero.

El tema de la cooperación internacional es un tema exhaustivo que rebasa por mucho los límites de esta investigación, sin embargo es de suma relevancia para el desarrollo y contexto de la Relación que guarda México y Estados Unidos (EUA) en física y su desarrollo en México, sin embargo en caso de que el lector busque más información sobre este tema (Cooperación internacional) se le recomiendan los trabajos de Álvarez, (2012); Antal y Aroche, (2011) y Schmukler, Ayala y Sanchez (2008).

4.3.2.-Bases Legales de la Cooperación Internacional en México

Legalmente encontramos las bases de la cooperación internacional para el campo científico y tecnológico en el PECITI y en la Ley de Ciencia y

Tecnología, sin embargo, la primera fuente de la colaboración internacional se encuentra suscrita en la Constitución Política de nuestro país (CPEUM), específicamente en el artículo 89.

El artículo 89 fracción X de la CPEUM es el fundamento que otorga al Ejecutivo federal la capacidad para dirigir la política exterior y le faculta para la celebración de tratados internacionales, teniendo en cuenta los siguientes ejes rectores que dirigen la política internacional mexicana, la autodeterminación de los pueblos; la no intervención; la solución pacífica de controversias; la proscripción de la amenaza o el uso de la fuerza en las relaciones internacionales; la igualdad jurídica de los Estados; la cooperación internacional para el desarrollo entre otros.

En complementariedad a la Ley de Ciencia y Tecnología se pueden encontrar dos ordenamientos jurídicos y un programa de política pública que regulan la cooperación internacional en estos rubros.

El primer ordenamiento es la Ley de Tratados, en la cual se plasman los actores que pueden ser materia de convenios y acuerdos interinstitucionales. Esta ley señala que los tratados internacionales solo podrán celebrarse entre el gobierno mexicano y uno o varios sujetos de derecho internacional público y en el caso de que sean acuerdos interinstitucionales los que se celebren, los firmantes pueden ser dependencias u organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, Estatal o Municipal y uno o varios órganos gubernamentales extranjeros u organizaciones internacionales. (Artículo 1 Ley sobre Celebración de Tratados)

La segunda ley que regula la Cooperación Internacional, es la Ley de Cooperación Internacional para el Desarrollo, que faculta de nueva cuenta al Ejecutivo Federal para la instrumentación de programas de cooperación

internacional con el objetivo de impulsar el desarrollo entre México y los gobiernos de otros países así como con organismos internacionales, y para lograr dicho fin se contempla la transferencia, recepción e intercambio de recursos, bienes, conocimientos y experiencias educativas, culturales, técnicas, científicas, económicas y financieras (Artículo 1 de la Ley de Cooperación internacional para el Desarrollo).

Y en tercer lugar, el Programa de Cooperación Internacional para el Desarrollo (PROCID) derivado de la ley sustantiva que le da nombre, dicho programa será la base para la planeación y ejecución de las acciones de cooperación internacional, así como de las estrategias de recepción, transferencia e intercambio de recursos, bienes, conocimientos y experiencias en materia educativa, cultural, técnica, científica, económica y financiera (artículo 23 de la Ley de Cooperación Internacional para el Desarrollo).

4.3.2.- Institucionalización de la Cooperación Internacional en México

La SRE señala que la diplomacia mexicana no sólo debe de ser un instrumento de preservación de la soberanía y de la seguridad nacional, sino que debe ser una palanca para promover y apuntalar el desarrollo socioeconómico de México, señala también que el sistema internacional es plenamente globalizado, lo que exige nuevas estrategias así como nuevos enfoques para integrar a nuestro país de manera provechosa en la economía internacional. (SRE, 2014)

De lo anterior observamos la postura que tiene el estado mexicano respecto de sus relaciones con sus homólogos internacionales, siendo la prioridad de las relaciones internacionales el desarrollo económico de la nación.

Como se mencionó en el capítulo 2, la ciencia, la tecnología y la innovación están señaladas como un eje rector en el PND para el crecimiento económico de México por tal motivo y con fundamento en la Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación así como en el PND, el PECITI, y el PROCID, el gobierno mexicano ha realizado diversos esfuerzos para fortalecer y desarrollar la ciencia a través de diversos compromisos internacionales.

La Ley Sobre la Celebración de Tratados identifica los instrumentos de política internacional que pueden ser artífices del desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país, lo cuales son Tratados, Acuerdos y Convenios Inter Institucionales.

La misma ley señala las diferencias entre Acuerdo y Tratado, (artículo 1 de la Ley sobre la celebración de Tratados), los tratados internacionales son compromisos internacionales que se celebran entre dos o más sujetos de derecho internacional público pudiendo estos ser un gobierno o un organismo internacional de carácter gubernamental en los que se asumen compromisos recíprocos entre los suscribientes del documento, siguiendo las formalidades contenidas en la ley que regula su celebración.

Mientras que en los acuerdos interinstitucionales no siguen las formalidades descritas para los tratados internacionales, ya que basta con la firma de los suscriptores para su entrada en vigor, estos se pueden celebrar entre una dependencia o un organismo descentralizado de la administración pública federal, estatal o municipal y uno o varios órganos gubernamentales extranjeros u organizaciones internacionales.

Tanto en la celebración de los tratados internacionales como en los acuerdos inter-institucionales que celebre el estado mexicano, la SRE tiene injerencia debido a la Ley Orgánica de la Administración Pública, que en su

artículo 28 fracción I dispone que en toda clase de tratados, acuerdos y convenios en el que el país sea parte debe de coordinar la SRE para la celebración del mismo, además, en el artículo 6 de la Ley Sobre la Celebración de Tratados se indica que la SRE formulará una opinión acerca de la suscripción de los mismo y una vez suscrito lo inscribirá en el registro correspondiente.

Respecto de los Acuerdos inter-institucionales la misma ley indica que cuando se pretenda celebrar dicho acuerdo debe de informarse de ello a la SRE para que esta formule un dictamen sobre la procedencia de su suscripción. Sin embargo, la participación de la SRE en materia de ciencia y tecnología en el ámbito internacional no solo se circunscribe a ser un archivo histórico, ni como una dependencia encargada de revisar la pertinencia de los tratados internacionales y/o acuerdos inter-institucionales que celebrará el estado mexicano.

Pues en la conformación de la misma dependencia y como Órgano Desconcentrado de la SRE encontramos a la Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID) que a su vez está integrada por la Dirección General de Cooperación Educativa y Cultural (DGCEC), la Dirección General de Cooperación y Promoción Económica Internacional (DGCPEI), la Dirección General de Cooperación y Relaciones Económicas Bilaterales (DGCREB), la Dirección General de Cooperación Técnica y Científica (DGCTC) y la Dirección General del Proyecto de Integración y Desarrollo de Mesoamérica. (AMEXCID)

Actualmente la DGCTC es el órgano de administración pública encargada de coordinar la participación de nuestro país en las distintas áreas de la cooperación técnica y científica tanto con países de renta alta, como de renta media y en vías de desarrollo, esta dirección es la encargada de

estudiar y proponer los acuerdos de carácter internacional que impulsen el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

4.3.3.-Convenios Internacionales y Acuerdos Interinstitucionales en Materia de Cooperación Científica

A pesar de que en nuestro país existe una estructura institucional a nivel Federal que coordina las acciones de cooperación internacional, a la fecha (enero 2016) nuestro país tiene suscritos 80 tratados internacionales en materia de cooperación técnica y científica, lo que representa el 10.24% sobre el total de tratados celebrados en todas las áreas de la cooperación internacional y de estos ochenta tratados solo tres de ellos son con los EUA (a manera de resumen, se realizó la tabla XI sobre los tratados internacionales bilaterales, señalando las áreas en las que se tienen suscritos, así como el número total de estos y su representación porcentual para nuestro país). Como señala Herrera (1995) este es un ejemplo de la política implícita en materia de ciencia y tecnología, pues como se observa, y a pesar de que existen los instrumentos y la normatividad señala la importancia de la vinculación del campos científico y tecnológico a nivel internacional, el gobierno mexicano no realiza esfuerzos que se traduzcan en instrumentos de política pública internacional (Tratados Bilaterales) para alcanzar dicho objetivo. Esto es más notorio cuando se analiza que uno de los acuerdos celebrado con los EUA en materia científica data de la década de los 70's, se trata del Acuerdo de Cooperación Científica y Técnica (ISTA por sus siglas en ingles) el cual es un acuerdo de tipo marco que tiene por objetivo proteger proyectos que no cuentan con un fondo para su realización, y en el cual también se especifica que cada gobierno financiará el costo de sus operaciones. Wagner (1998) señala que este tipo de acuerdos son celebrados entre EUA y países con un bajo perfil en sector científico- tecnológico y tienen por objetivo estimular la ciencia desde el nivel internacional.

Tabla. XI.- Acuerdos internacionales Bilaterales celebrados por México por materia (2016)

Área de suscripción del tratado.	Número de tratados suscritos.	Representación porcentual
Acuerdos sede	34	4.35
Comunicaciones	93	11.91
Cooperación económica	199	25.48
Cooperación educativa y cultural	101	12.93
Cooperación general	15	1.92
Cooperación jurídica	172	22.02
Cooperación técnica científica	80	10.24
Derecho diplomático consular	17	2.18
Derecho marítimo	3	0.38
Límites	19	2.43
Medio ambiente	13	1.66
Migración	1	0.13
Paz y amistad	10	1.28
Propiedad intelectual	5	0.64
Salud	3	0.38
Seguridad social	3	0.38
Solución pacífica de controversias	4	0.51
Usos pacíficos de la energía nuclear	9	1.15
Total	781	100

Antal et al (2011) indican que este tipo de acuerdos se celebran cuando no existen las interrelaciones entre los investigadores de ambas naciones y por lo cual se busca estructurar dicha relación desde el sector de la política internacional, este hecho muestra que desde la década de los 70's, EUA tiene por objetivo vincular la ciencia y la tecnología a nivel internacional con México, sin embargo, después de esa fecha solo existen dos acuerdos más: el Tratado Internacional México –EUA, que establece la Comisión Binacional para el Intercambio (COMEXUS) en 1990, y el acuerdo sede entre México y EUA para el intercambio Educativo y Cultural, en el cual interviene la COMEXUS en 1998.

Esta falta de vinculación a través de Tratados Internacionales en este campo de la cooperación internacional puede ser entendida si se observa el fenómeno mediante uno de estas dos posibilidades, la primera, que ambos países o por lo menos uno de ellos no tiene interés en interrelacionar estos campos a nivel internacional y la segunda, que existen otros mecanismos que han vinculado estos campos de manera fáctica y sin necesidad de la intervención de un tratado internacional entre los gobiernos de ambos países.

Con el objetivo de estudiar la segunda posibilidad se analizó la base de datos de la SRE y a también la página de CONACYT, con el objetivo de encontrar si existen otros instrumentos internacionales que vinculen nuestro país en estos campos; ya que como se ha señalado en este capítulo, la cooperación internacional en materia científica y tecnológica no solo se circunscribe a la celebración de tratados internacionales, puesto que los organismos gubernamentales descentralizados así como las entidades federativas tienen la facultad de celebrar convenios inter institucionales en diversas materias, entre ellas en los campos científicos y tecnológicos. Por ello y como resultado de dicha búsqueda se presenta la Tabla XII en la cual se enlistan los convenios inter-institucionales que ha celebrado el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con otros organismos internacionales en materia de ciencia y tecnología. (CONACYT).

Como se desprende del listado, CONACYT ha celebrado 26 acuerdos interinstitucionales en materia de ciencia y tecnología donde resalta la fuerte colaboración entre esta institución y diferentes organismos de Francia y Alemania. Sin embargo, de nueva cuenta se manifiesta que a nivel de administración pública federal no existe una vinculación del organismo que rige la ciencia y la tecnología en nuestro país y sus similares en los EUA, a pesar de ello, fue posible identificar que a nivel mundial el CONACYT tiene suscrito una serie de acuerdos inter-

institucionales que permiten vincular dichos campos a escala internacional, y que dicha vinculación es más cercana con los países europeos.

Tabla. XII.-Acuerdos Inter Institucionales en Materia de Ciencia y Tecnología celebrados por el CONACYT a nivel internacional (2015)

Región	País	Institución	Año
AMERICA	Argentina	SECYT	1998
		CONICET	1986
	BRASIL	CNPQ	1976
		MCT	2002
	CHILE	CONICYT	1991
	COLOMBIA	COLCIENCIAS	1987
	CUBA	CITMA	1999
	ESTADOS UNIDOS	NIH	2000
PERU	CONCYTEC	1989	
VENEZUELA	FONACYT	1989	
EUROPA	ALEMANIA	DFG	1991
		DLR	1974
		DAAD	1997
	BELGICA	FNRS	1987
	BULGARIA	ACB	1980
	ESPAÑA	CSIC	1978
		GENCAT	1993
	FRANCIA	CNRS	1972
		INSERM	1991
		ECOS-Nord	1994
		INP	1992
	GRAN BRETAÑA	CB	1998
HUNGRIA	Ministerio de Educación de la Republica de Hungría	1992	
	ACH	1980	
ITALIA	CNR	1984	
	Ministerios de Asuntos Exteriores	2003	
POLONIA	ACP	1981	
REPUBLICA CHECA	ACRH	1981	
RUSIA	ARC	1981	
Asia y Oceanía	INDIA	MST	2000
	CHINA	NSFC	1996
ACS		1997	

	COREA	KIST KOSEF	1996 1994
	JAPÓN	JSPS	1997
	VIETNAM	TCVN	2001

De lo anterior observamos que a nivel de tratados internacionales, así como en acuerdos interinstitucionales celebrados entre las instituciones que guían la política de estos campos entre México y EUA se encuentra una falta de interrelación, sin embargo, al analizar la base de datos de la SRE sobre los acuerdos Inter institucionales que tienen celebrados las entidades federativas se encontró que el mayor número de acuerdo inter institucionales en materia de ciencia y tecnología están celebrados con los EUA.

A continuación se presenta la tabla XIII en la cual se muestran los acuerdos inter institucionales que las entidades federativas tienen celebrados con diferentes estados e instituciones de la unión americana en materia de ciencia y tecnología.

Tabla XIII.- Acuerdos interinstitucionales en Materia de Ciencia y tecnología de las entidades federativas mexicanas y estados de la unión Americana instituciones norteamericanas y estados

Entidad Federativa	Estado de la Unión Americana o Institución Norte americana	Materia
Aguascalientes	Pharr, Estado de Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
	Lynwood, Estado de California	Ciencia y Tecnología entre otros
Baja California	Estado de California	Ciencia y Tecnología entre otros
	Universidad Estatal de Colorado	Educación, Ciencia y Tecnología
Chihuahua	Universidad de Carolina del Norte	Educación, Ciencia y Tecnología
	Universidad Estatal de Nuevo México	Educación, Ciencia y Tecnología

Coahuila	Laredo, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
Distrito Federal	Ciudad de los Ángeles, California	Ciencia y Tecnología entre otros
Estado de México	Illinois	Ciencia y Tecnología entre otros
	Universidad de Texas en San Antonio Texas	Educación, Ciencia y Tecnología
Guanajuato	Mc Allen, Estado de Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
Guerrero	Palm Desert, California	Ciencia y Tecnología entre otros
Jalisco	Washington	Ciencia y Tecnología entre otros
	Colorado	Transferencia de Tecnología e investigación
	Iowa	Ciencia y Tecnología entre otros
	Consejo Directivo de Colegios Técnicos Comunitarios del Estado de Washington	Educación a nivel superior y tecnológico
	Grand Rapids, Michigan	Ciencia y Tecnología entre otros
	Laredo, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
	Madison, Wisconsin	Ciencia y Tecnología entre otros
	San José, California	Educación y Tecnología entre otros
Michoacán	North Little Rock, Arkansas	Ciencia y Tecnología entre otros
	Ciudad de Naperville, del Estado de Illinois	Ciencia y Tecnología entre otros
	North Little Rock, Arkansas	Ciencia y Tecnología entre otros
Hidalgo	Ivy Tech Community Collage-Lafayette, Indiana	Educación, Ciencia y Tecnología
	Kansas	Ciencia y Tecnología entre otros
Nuevo León	Mc Allen, Texas	Cooperación Tecnológica
	South Texas College	Educación, Ciencia y Tecnología
	South Texas College	Educación, Ciencia y Tecnología
	Von Ormy, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
Querétaro	Universidad de West Virginia	Educación, Ciencia y Tecnología

Puebla	Universidad Estatal Appalachian, Boone, Carolina del Norte	Intercambio Académico, Ciencia y Tecnología entre otros
San Luis Potosí	Pharr, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
	Laredo, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
Sonora	Upland, California	Ciencia y Tecnología entre otros
Tamaulipas	Houston, Texas	Tecnología, educación entre otros
	Harlingen, Texas	Ciencia y Tecnología entre otros
Yucatán	Nueva Orleans del Estado de Louisiana	Ciencia y Tecnología entre otros
	Sarasota, Florida	Ciencia y Tecnología entre otros
	Red Rocks Community Collage	Ciencia y Tecnología entre otros

De la tabla XIII se desprende que hasta enero de 2016 las entidades federativas

enlistadas tienen suscritos 39 acuerdos interinstitucionales en materia de ciencia y tecnología con alguna institución de los EUA lo que representa el 21.19% del total de acuerdos inter institucionales que tienen celebrados los estados de la república mexicana, otro dato que se desprende del análisis de la misma información es que los estados de Jalisco y Nuevo León son los estados que mayor cooperación guardan en estos campos con alguna institución o estado de EUA.

Por lo anterior, podemos señalar que si bien a nivel de tratados Internacionales y en acuerdos inter-institucionales entre el gobierno mexicano, CONACYT y el gobierno de los EUA y sus instituciones que rigen la política de ciencia y tecnología no existe una notable interrelación, no lo es así a nivel estatal, pues como se mostró más de la mitad de los estados de la república mexicana tienen uno o más acuerdos inter-institucionales con alguna institución norteamericana en los campos científicos y tecnológicos. Debido a ello y como señala Smith y Katz (2000),

la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología puede tener tres vertientes:

1. La cooperación corporativa, que se manifiesta de manera formal (tratados internacionales y acuerdos inter institucionales) a través de mega ciencia, y presupuestos gubernamentales mixtos (de ambos países) y motivada por las agendas políticas en conjunto,
2. La cooperación de equipo, que se realiza de manera informal a través de becas y contratos, y la cual requiere una mediana relación de política exterior.
3. La cooperación interpersonal, la cual es de carácter informal, se establece a través de relaciones personales, se encuentra motivada por razones científicas y no interviene la política exterior.

Con base en lo señalado por estos autores y con los datos expuestos en las tablas XII y XIII podemos señalar que la relación que se gesta en materia de cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología con los EUA, es una cooperación de equipo y como se mostrará en el último capítulo de este trabajo, con una fuerte cooperación interpersonal. Sobre este último tipo de cooperación Payne, (2003) señala ésta se encuentra dominada por los EUA debido a las asimetrías de recursos y a las capacidades de las partes, lo que provoca una constante lucha para compensar los desequilibrios en su funcionamiento.

Siguiendo con el análisis de la cooperación que existe entre México y EUA en estos campos, Sadosky (1973) y ANTAL (2011) señalan que para comprender las dinámicas que se desarrollan entre los países en materia de cooperación internacional en ciencia y tecnología es necesario analizar el papel que desempeñan las fundaciones norteamericanas, por tal motivo en este apartado se analizará el papel de la FUMEC, pues como señala

Antal et al (2011) esta fundación es la que mayor peso e intervención tiene en las relaciones de México y EUA en materia de ciencia y tecnología.

4.3.4.- El papel de la Fundación FUMEC en la relación México – EUA en Ciencia y Tecnología

Sadosky (1973) señala que nada de lo hecho por EUA en la política internacional es casual o desinteresado y para ejemplificarlo la autora habla sobre el papel que las fundaciones norteamericanas han tenido en el desarrollo de las naciones en las que intervienen, la autora señala que la totalidad de la educación universitaria y la investigación científica y tecnológica que es financiada o dirigida por estos organismo (fundaciones) está dirigida a la formación de personal y a la generación de conocimiento necesarios para la consolidación de la aristocracia norteamericana. Por ello y con el afán de comprender la relación que se genera entre México y los EUA se estudia el papel que la Fundación México EUA (FUMEC) ha desempeñado en las relaciones entre ambos países en materia de ciencia y tecnología.

Antal (2011) indica que la FUMEC es la fundación más emblemática e importante en la relación México – EUA y que sus antecedentes se remontan a 1992, la fundación fue creada como un organismo no gubernamental que tiene por objetivos crear los lazos institucionales que faciliten la colaboración científica así como el identificar las áreas prioritarias y de oportunidad de negocio que beneficien a ambas naciones.

La autora señala que la FUMEC centra sus esfuerzo en acciones estratégicas entre gobierno, universidad y empresas, y que su principal diferencia con el resto de fundaciones es el financiamiento, el cual recibe por ambos gobierno, hasta el 2001 la fundación había recibido 21,800 millones de dólares por parte de ambos gobiernos.

La FUMEC señala en sus reportes anuales (FUMEC, 2013 y 2010) que centra sus esfuerzos en tres grandes líneas de colaboración entre el gobierno de México y el de los EUA, estas líneas son:

- Primera.- El desarrollo económico con base en la tecnología.
- Segunda.- La formación de recursos humanos.

Sobre este punto, Antal (2011) señala que dicho esfuerzo se ha visto reflejado en la educación sobre ciencia y tecnología en escuelas preparatorias y sobre todo en permitir que los estudiantes tengan contacto directo con dichos campos. También señala que la fundación ha apoyado la sinergia entre las academias nacionales de Ingeniería, Medicina y Ciencias con los EUA y que un resultado de dicha colaboración fue la Red de Talentos Mexicanos en EUA.

- Tercera.- En la colaboración en materia de salud y medio ambiente. Esta colaboración ha permitido desarrollar herramientas y metodologías sobre los mecanismos de medición de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este mismo rubro de colaboración se señala como un ejemplo de éxito la creación del laboratorio Binacional de Sustentabilidad y que gracias a los esfuerzos de ambas naciones pasó de ser un centro de investigación a ser una empresa, la cual tiene como principal objetivo la promoción de materiales avanzados entre ambos países.

De lo anterior se desprende que el principal objetivo de la FUMEC es transformar el conocimiento de ciencia y tecnología en áreas de oportunidades económicas que beneficien a ambos países, pero no como un organismo que vincule a las comunidades de investigadores, las temáticas o que genere grandes proyectos de colaboración científica entre las instituciones de ambas naciones.

Por lo tanto y retomando el texto de Sadosky (1973) las fundaciones norteamericanas en este caso la FUMEC son instrumentos de política de los EUA, las cuales están encargadas de experimentar, con proyectos y esquemas que de ser exitosos formarán parte de las agendas en asuntos internacionales entre EUA y el país que se haya sido elegido para instaurar dicha política.

La misma autora también señala que uno de los principales objetivos de las fundaciones norteamericanas es la educación de científicos y tecnólogos que hayan sido formados con los modos de trabajar en los EUA y por lo tanto les sean beneficiosos a este país. Este último aspecto se abordará en el análisis del capítulo 5 de esta investigación

4.4.-Conclusiones

Como se mencionó al inicio de este capítulo este apartado tuvo como principal objetivo identificar las interrelaciones que México tiene con otros países en materia de ciencia y tecnología, con dicho fin se analizaron los fundamentos legales que dan sustento a esta política pública en estos campos y donde fue posible identificar 4 ordenamientos jurídicos que sustentan las bases de la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología en nuestro país. Derivados de ellos y de un análisis de la bibliografía sobre cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología fue posible identificar que esta cooperación se puede llevar a cabo en tres niveles, cooperación norte-sur, cooperación sur-sur u horizontal y la cooperación triangular.

Al analizar en profundidad la cooperación internacional en materia de ciencia y tecnología que nuestro país tiene, se identificó que México cuenta con total de 80 tratados bilaterales suscritos en materia de ciencia y tecnología lo que representa el 10.24% del total de tratados suscritos por

nuestra nación y de los cuales solo tres están celebrados con los EUA, sin embargo el análisis de los acuerdos inter-institucionales celebrados por el CONACYT permitió identificar que en estos campos México cuenta con una mayor relación internacional con varios países del mundo pero principalmente con países de Europa y en segundo lugar con países del continente americano.

Siguiendo con el análisis de los acuerdos inter-institucionales pero a nivel estatal fue posible determinar que el mayor número de estos, están celebrados con alguna institución de la unión americana ya sea un estado o una institución facultada para ello en los rubros de la ciencia, la tecnología y la educación.

En este capítulo también se analizó el papel que la FUMEC ha desempeñado en las relaciones entre ambos países en los rubros científicos y tecnológicos y se pudo determinar que su participación se centra en localizar las áreas de oportunidades económicas que pueden ser benéficas para ambos países.

Hasta el año 2016, la FUMEC no ha centrado sus esfuerzos en interrelacionar a las comunidades científicas más allá del área ecológica y áreas de cooperación económica, tampoco ha fomentado la interrelación de proyectos en otras áreas que no sean el medio ambiente esto se entiende debido a que ambos países comparten una misma frontera geográfica y por lo tanto los temas ecológicos y de recursos naturales son prioritarios para los EUA, mientras que en el resto de los rubros científicos la FUMEC no ha vinculado las temáticas de ambos países incluida la física.

Por lo tanto y siguiendo la clasificación propuesta por Smith y Kantz, (2000) se puede identificar la relación que México y Estados Unidos han generado en materia de cooperación internacional en los campos de la ciencia y la

tecnología como una relación de equipo pero fundamentalmente como una cooperación interpersonal, pues como veremos en el siguiente capítulo la relación de ambos países en materia de ciencia es como principal lugar de formación a nivel internacional de los investigadores en el área de la física e integrantes del SNI y también como principal colaborador a nivel internacional en artículos de investigación en esta misma disciplina, por lo tanto, las relaciones de los investigadores rebasan y van más allá de los tratados internacionales o los acuerdos inter-institucionales ya que se vinculan con sus pares en instituciones y organismos de los EUA haya o no un tratado que los respalde.

Al respecto de la cooperación interpersonal entre EUA y los países latinoamericanos, Payne (2003) señala que en este tipo de relaciones y debido a las asimetrías de recursos entre los investigadores de EUA y los investigadores latinoamericanos existe un desequilibrio constante en el funcionamiento de estas relaciones, pues en la mayoría de las ocasiones los investigadores de los EUA imponen sus intereses.

Por otro lado y complementando este análisis desde los ESCT Greiff (2014) hay que señalar que las relaciones internacionales en materia de ciencia y tecnología que los EUA mantiene con los países de América Latina pueden estudiarse como un caso de poder suave, entendido como el conjunto de acciones que puede ejercer un estado para persuadir a otro de perseguir los mismos objetivos o actuar de modo que se produzca el efecto deseado, es decir, que la vinculación que México tiene con los EUA desde la cooperación internacional en ciencia y tecnología, a través de los tratados internacionales, acuerdos inter institucionales y fundaciones; pueden dirigir en mayor o menor medida la política pública para los campos científicos y tecnológicos en nuestro país. Desde este mismo enfoque, Cueto (1989) señala que la cooperación internacional en materia científica y tecnológica fue un elemento que permitió que los investigadores de los países

latinoamericanos transitaran de una ciencia artesanal a una ciencia de excelencia desde la periferia.

De lo anterior se puede señalar el impacto que ha tenido la cooperación internacional en estos rubros para nuestro país, pues como indica Vinck (2014) la estructuración de la ciencia y la tecnología fue moldeada desde diversos organismos internacionales como la UNESCO y la OEA, los cuales intervinieron en la creación de los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología así como en la planificación y estructuración de la actividad científica en los países de América Latina entre ellos México.

Derivado de todo lo anterior, y como se analizará en el próximo capítulo, México no solo ciñe sus relaciones con los EUA a una relación corporativa (tratados internacionales y acuerdos inter institucionales) sino que la ha rebasado y se ha estructurado como una relación interpersonal, la cual como se analizará impacta en el desarrollo de la física mexicana.

Capítulo 5. La relación México –Estado Unidos en la Física Mexicana

5.1.-Introducción

En este capítulo y por ser el objetivo fundamental de esta investigación se analiza la relación que se ha desarrollado entre México y los EUA en la ciencia física, para estudiar esta relación se han utilizado diferentes conceptos de los ESCT para poder analizarla y conceptualizar, entre ellos si la relación que existe entre ambos países es una relación de integración subordinada (Kreimer,2006) o por el contrario una relación de interdependencia (Losego y Arvanitis, 2008).

Para determinar si esta relación es una u otra se analizaron diferentes características de la física mexicana, entre ellas el número de investigadores de la base de datos del SNI del año 2015 que conforman el área de la física en nuestro país, analizando su lugar de formación hasta nivel doctorado, el número de trabajos que ha publicado México a nivel internacional en la base de datos de Scopus de Elsevier en el periodo 1977-2015 y luego analizando los artículos que de ese total se publicaron en coautoría con otro país, especialmente se analizó a profundidad los patrones de colaboración entre México y EUA.

5.2.-Metodología

Se consultó la base de datos del SNI (CONACYT) más reciente (2015) y el tratamiento inicial de los datos consistió en separar las áreas del saber que integran dicho sistema, filtrar y seleccionar la información de los investigadores del campo 'física' y 'astronomía', y normalizar las nomenclaturas de cada disciplina de la física.

A partir de los datos para investigadores en física, se aplicaron los filtros para seleccionar a quienes llevaron a cabo sus estudios de doctorado o el último grado registrado en el SNI, en el extranjero y posteriormente solo los

formados en EUA. Los datos utilizados incluyen también el nivel de SNI, el estado de adscripción, edad, año de obtención de grado y la institución de adscripción actual. Una vez realizada la selección de los investigadores formados en EUA, los datos obtenidos fueron analizados con la ayuda de software de sistema de datos de bases Access, la aplicación Excel y el programa PSPP*.

Se eligió la base de datos de SCOPUS para realizar el análisis de coautores y de artículos en colaboración entre México y EUA, pues como señalaron Aghaei, Hadi, Melor, Yunus, et al (2013) esta base de datos cuenta con un mayor registro de revistas indexadas y contiene un mayor número de artículos de años recientes.

Para la sección de análisis de redes de coautoría, en primer lugar se ingresó a la base de datos de SCOPUS* y se llevó a cabo la búsqueda del perfil de cada investigador del SNI en el área de física que se haya formado en EUA (174 investigadores). Con el perfil de cada investigador se pudo obtener los datos de número total de coautorías y se accedió al perfil de cada coautor, a partir de esta información se obtuvo el registro de afiliación y país del mismo, dichos datos fueron filtrados para crear una base de datos de coautoría a nivel internacional con el perfil de cada uno de ellos; de esta manera se obtuvieron el total de coautores con los que trabajan los investigadores, los perfiles del total de los investigadores, los nombres de los coautores y su institución de adscripción. Esta metodología se siguió también para los siguientes cuatro países principales donde los investigadores estudiaron su último grado registrado (Reino Unido, Francia, España y Alemania), tomando en cuenta solo los primeros diez coautores con los cuales tienen el mayor número de trabajos en coautoría de cada investigador analizado.

El panorama de colaboración con EUA en física se realizó analizando las publicaciones (artículos científicos) donde aparecen México y Estados Unidos en la base de datos de Scopus, a través de los criterios de búsqueda 'physics', área de estudio 'physical sciences', país de afiliación 'Mexico', tipo de documento 'Article', delimitando la colaboración al país 'United States' en el rango de años 1977 al 2015. Una vez obtenido el total de publicaciones, los datos fueron filtrados y concentrados para generar una base de datos de co-publicaciones México-EUA para el período 1977-2015, a partir de esta se contó con información relevante para el análisis: año de publicación, número de citas, afiliación del autor de correspondencia, primer autor, orden de los autores y sus países de afiliación; con estos dos últimos campos se calculó el número instituciones participantes en cada publicación para la inferencia de mega redes de conocimiento en publicaciones de alto impacto a nivel mundial.

La información de primer autor y autor de correspondencia fue utilizada en conjunto como indicador de la autoría real de la publicación. Los criterios de la posición del autor y el autor de correspondencia, han sido utilizados para identificar a líderes académicos, estos criterios son útiles cuando se realizan estudios colaborativos con personal de la misma línea de investigación, institución u otras instituciones nacionales o internacionales (Martínez F., Palomares A. & Piña E, 2004); (Venkatram,2010); Dance (2012)

Otro factor relevante para esta inferencia fue el número de citas de los artículos científicos en los que México o Estados Unidos aparecen solo como primer autor y solo como autor de correspondencia.

5.3.-Desarrollo

En el periodo comprendido de 1977-2015 México tiene registrado en la base de datos de Scopus de Elsevier 40,573 artículos de investigación en

el área de física y astronomía, de los cuales el 20.8% de los artículos se realizaron en coautoría con los Estados Unidos de América (EUA). En años pasados diversos trabajos han abordado el análisis de la colaboración científica de México a nivel internacional (Sancho et al, 2006; Gerard et al, 2009; Luna, 2012), sin embargo, ninguno de estos trabajos se ha centrado en el análisis de la colaboración entre México y EUA, y tampoco han tenido como foco de investigación el área de la física.

El trabajo de Luna en el 2012, sobre los patrones de colaboración e internacionalización de la ciencia mexicana, destaca la importancia de la relación entre México y los EUA. Señala que en el periodo de 1980 a 2004, EUA ocupa el primer lugar en colaboración científica con México en todas las áreas del conocimiento, lo que representaba el 8.4% del total de trabajos de coautoría a nivel internacional en todas las áreas del saber.

Debido a la importancia de la relación entre el número de trabajos en coautoría entre México y EUA, el presente capítulo tiene como objetivo analizar la colaboración entre México y EUA en los artículos que ambos países han copublicado, para realizar dicho objetivo se analizó el total de artículos publicados entre México y EUA, con el fin de analizar sus características entre ellas año de publicación, número de citas, autor de correspondencia, primer autor, país de afiliación y número de instituciones participantes.

Por otro lado, se decidió analizar a los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en EUA, pues como señala Gerard et al, (2009); la obtención del grado fuera de México es un sello fuerte en la trayectoria y en el perfil de las actividades científicas de los futuros investigadores. Este autor menciona que en las ciencias duras (Becher et al, 2001), como la física, tienen un mayor vínculo con investigadores extranjeros y además se orientan en su mayoría hacia los países de habla anglófona (Gerard et al,

2009). También señala que los centros de formación son un factor determinante para la posterior red de colaboraciones con colegas internacionales, hipótesis que se intentará esclarecer en el presente capítulo (Gerard, 2009).

Siguiendo en esta línea de ideas, Villacencio y Kleiche, (2014) mencionan que una de las razones para analizar la colaboración científica en el plano internacional, sobre todo la movilidad de los investigadores, se debe a que ésta genera aptitudes de colaboración; las cuales no adquieren los investigadores que se forman en su país de origen. La movilidad de los estudiantes o de los investigadores genera la apropiación de nuevos códigos de comportamiento y nuevas prácticas de hacer ciencia.

Por lo anterior, la red de coautoría de los físicos adscritos al SNI, que se formaron en los EUA, podrá demostrar si el centro de formación y sobre todo el país donde estudió su posgrado, es una variable que impacta en la futura red de coautoría del investigador. Es importante hacer el señalamiento que esta investigación tiene presente que el país de formación de los investigadores es una variable que impacta en la red de coautoría de los científicos mexicanos, pero en ningún momento se considera como el único factor que interviene en la co-publicación de los trabajos entre México y los EUA en el área de la física, sin embargo, a la fecha ningún trabajo ha analizado esta variable para dar explicación a este fenómeno.

Para lograr dicho objetivo fue seleccionada la base de datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) por cuatro razones:

- 1.- Debido a que es una base de datos que se actualiza anualmente y que está a cargo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT),

un órgano de administración pública federal, además, porque es una base de datos confiable de información sistematizada (Yacamán y Alzati, 1993).

2.- Como señala Didou y Gerard, 2010, el SNI ejerce una influencia sobre la definición de los valores éticos del investigador y en la estructuración de la profesión científica.

3.- La misma autora también indica que el SNI es un instrumento que ha coadyuvado en la definición de los grupos científicos de calidad y del cual surgen grupos de decisión en el ámbito científico de México (Didou et al, 2010) y

4.- Porque el SNI se encuentra dentro del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del gobierno mexicano (Berruecos et al, 2006).

Hasta el año 2015 el SNI estaba conformado por 23,301 investigadores en todas las áreas del saber, de los cuales 2,245 investigadores se encuentran adscritos al área de física, dicha cifra corresponde al 9.6% del total de investigadores pertenecientes al sistema. Por otro lado, la física en México se encontraba conformada por 13 disciplinas.

En lo referente a los países en los que los investigadores realizaron sus estudios de doctorado, o el último nivel registrado dentro del SNI, encontramos que el 67.08% lo realizaron en México, y el restante 32.92% en el extranjero (41 países), siendo el primer lugar los EUA con un 7.35%. En la Tabla XVI se encuentran los primeros cinco países donde los investigadores en física realizaron su posgrado.

Tabla XIV.- Países donde los investigadores obtuvieron su último grado registrado en la base del SNI (2015)

País de último grado de estudios registrado en SNI	Porcentaje del total de investigadores (%)
México	67.08
USA	7.35
UK	6.37
FRANCIA	3.43
ESPAÑA	2.58
ALEMANIA	2.36
Otros países	10.82

Como se anticipó en los primeros párrafos de este capítulo, La mayor parte de los investigadores se formaron en México, Seguido de EUA , Reino Unido (UK), Francia y España, sin embargo hay que hacer mención que estos 5 países representan el 22% de las naciones en las que se formaron los investigadores adscritos al SNI, también es importante que el 10% restante se formó en 41 países alrededor del mundo, lo que muestra una clara concentración como los de polos los 4 países anteriormente señalados.

Con el objetivo de conocer cómo se encuentra distribuido el gremio de investigadores de la física adscrito al SNI en México, se construyó la tabla XV que presenta las 10 instituciones que agrupan al mayor número de investigadores en el área de la física, así como sus porcentajes se muestran a continuación:

Tabla XV.- Principales institutos de investigación en física en México

Adscripción Actual	No. Investigadores	Porcentaje del total de investigadores en física
UNAM	556	25%
IPN	144	6%
BUAP	121	5%
CINVESTAV	109	5%
UAM	97	4%
INAOE	72	3%
UGTO	66	3%
UAG	64	3%
CIO	62	3%
UASLP	62	3%
Otros institutos	892	40%

UNAM: Universidad Autónoma de México, IPN: Instituto Politécnico Nacional, BUAP: Benemérita Autónoma de Puebla, CINVESTAV: Centro de Investigación y Estudios Avanzados-IPN, UAM: Universidad Autónoma de México, INAOE: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica.; UGTO: Universidad de Guanajuato; UAG: Universidad Autónoma de Guadalajara; CIO: Centro De Investigaciones En Óptica, A.C.; UASLP: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Como se observa de la tabla XV, la UNAM es la institución que concentra al mayor número de investigadores de este gremio, seguido del IPN y junto con las subsecuentes 8 instituciones tienen adscritos al 60 por ciento del total de investigadores del área e inscritos al SIN. Un dato a destacar es que, el 40 por ciento restante se distribuye en 216 instituciones tanto nacionales como extranjera.

Siguiendo con el análisis de esta tabla, se observa que el 20 % de investigadores con estas características (del área de la física e inscritos al SIN) se encuentran en instituciones localizadas en el Distrito Federal, lo que de nueva cuenta refuerza lo indicado por Pérez Angón (1986) y

Contreras et al (2015) al señalar que la física en México es una de las áreas de la ciencia que mayor descentralización presentan en nuestro país.

Al analizar la distribución de los investigadores que se formaron fueran de México pudimos identificar en que centros hasta el año 2015 se encuentran adscrito estos investigadores, los resultados de este análisis se presenta en la tabla XVI.

Tabla XVI.- Relación del instituto de adscripción en investigadores físicos y lugar de último de grado de estudios

Adscripción Actual	Estudios extranjero (no. Inv)	Estudios en México (no. Inv)
UNAM	266	290
IPN	35	109
BUAP	26	95
CINVESTAV	39	70
UAM	28	69
INAOE	36	36
UGTO	23	43
UAG	11	53
CIO	20	42
UASLP	21	41
Otros institutos	234	658

Como se indica en la tabla que antecede, la UNAM es la institución que tienen al mayor número de investigadores formados en el extranjero donde el 48% de sus investigadores en física y adscritos al sistema obtuvieron su grado fuera de México, seguidos del CINVESTAV con un 36% de sus investigadores, el IPN con un 24% y la UAM con un 29%, llama la atención que para el INAOE el 50% de sus investigadores adscritos al SNI realizaron su último grado de estudios en el extranjero.

Con el objetivo de conocer las particularidades de estos centros, que son los que a nivel nacional tienen el mayor número de físicos adscritos en el área de la física y pertenecientes al SNI, se realizó la Tabla XVII que presenta los principales países en los que se formaron los investigadores en el extranjero. Para realizar esta tabla se obtuvo la distribución del lugar de estudios y la adscripción actual de los investigadores en física del SNI. En la tabla IV se muestra el porcentaje de investigadores de cada institución y el país en que realizó su último grado de estudios registrado en la base datos del SNI. En el caso de la UNAM, el 29% del total de investigadores que estudiaron el extranjero (266 investigadores), lo hizo en EUA y el 24% se distribuye en 41 países.

Podemos observar que de los 739 investigadores de física que hicieron sus estudios en el extranjero el resultado es similar, pues el primer lugar de estudios es EUA con 22%. El segundo lugar donde los investigadores en física del universo del SNI hicieron estudios es Reino Unido (UK), el tercer lugar es Francia, seguido de España y después Alemania. El 67% está concentrado en estos cinco países y en consecuencia el 33% en el resto de países (41).

Tabla XVII . Distribución porcentual de los investigadores con estudios en el extranjero respecto a su adscripción actual

Adscripción Actual	USA (%)	UK (%)	FRANCIA (%)	ESPAÑA (%)	ALEMANIA (%)	Otros países (%)
UNAM	29	24	11	6	5	24
IPN	20	6	20	3	14	37
BUAP	8	8	8	15	12	50
CINVESTAV	21	3	8	5	13	51
UAM	18	18	21	11	11	21
INAOE	17	31	3	8	0	42
UAGto	4	22	4	9	17	43
UAG	0	18	9	18	9	45

CIO	35	30	0	0	0	35
UASLP	33	5	14	5	14	29
Otros institutos	19	18	10	10	6	36
Investigadores que estudiaron en el extranjero	22	19	10	8	7	33

Respecto a los niveles de SNI de los investigadores en el área de física encontramos que el 19.87% de ellos se encuentra en la categoría de Candidatos, el 42.27% en el nivel 1, el 23.07% en el nivel 2 y el 14.79 en el nivel 3 (el más alto). Un dato que hay que precisar es el hecho que para los investigadores de el nivel 2, el 45.75% de los investigadores y para el nivel 3, el 65.06 % de los físicos dentro del sistema realizaron sus estudios fuera del país. Estos datos son importantes ya que son los investigadores de más alto nivel dentro México y como señala Didou son estos investigadores los que dirigen en cierta medida el desarrollo de la ciencia en él, pues son ellos los que integran las comisiones dictaminadoras del sistema y también forman los foros consultivos en materia de ciencia y tecnología (Didou et al 2010).

La autora también señala que los investigadores formados en el extranjero sobre todo en los “polos de saberes” (EUA, Reino Unido, Francia y Alemania) tienen un perfil más ajustado a las exigencias del SNI (Didou et al, 2010), circunstancia que puede dar razón del porqué los investigadores formados en el extranjero se encuentran en los niveles más altos.

Siguiendo esta línea de ideas, es necesario señalar que el 20% de los investigadores del SNI en el nivel 3 realizaron sus estudios en los EUA así como el 9% de los investigadores del nivel 2 de ésta área del conocimiento, por lo anterior y debido a la importancia que tiene EUA como país de

formación de los investigadores adscritos al SNI en el área de la física es necesario conocer las características de los investigadores que se formaron en dicha nación, pues como señalan Kreimer(2006,2007, 2008); Didou et al(2010); Gerard(2009) y Sadosky (1973), el lugar de formación de los investigadores de un área del saber les otorga una serie de paradigmas, modos de trabajos, temáticas y una visión en específico de la ciencia, las cuales impondrán en sus centros de trabajo en sus países de origen.

Por lo anterior, en esta sección se presenta el análisis de los investigadores formados en EUA en el área de la física e inscritos al SNI hasta el año 2015.

5.3.1.-Físicos adscritos al SNI y formados en los EUA hasta 2015

Como se señaló, el área de física dentro del SNI hasta el año 2015 se encontraba conformada por 2,245 físicos, de los cuales el 7.35 % (165) de los investigadores realizaron sus estudios de doctorado o recibieron su último grado registrado en el sistema en instituciones de los EUA, actualmente estos investigadores se encuentran adscritos a 37 instituciones de las cuales 24 se encuentran en México, la Tabla XVIII muestra las instituciones de adscripción de los investigadores junto con su nivel dentro del sistema.

Tabla XVIII.- Instituciones de adscripción de los investigadores del área de física inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)

Institución de Adscripción	C	1	2	3	Total
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	1	14	24	38	77
CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL IPN	0	0	2	6	8
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN OPTICA, A.C.	0	1	3	3	7

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL	0	3	1	3	7
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	1	2	2	2	7
INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA OPTICA Y ELECTRONICA	0	4	0	2	6
UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA	0	0	1	4	5
SIN INSTITUCION	1	2	1	0	4
CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA, B.C.	0	0	2	1	3
NO ESPECIFICADO	0	1	1	1	3
UNIVERSIDAD DE COLIMA	0	0	2	1	3
UNIVERSIDAD DE SONORA	0	0	2	1	3
BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA	0	0	0	2	2
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES	0	0	1	1	2
INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY	1	0	1	0	2
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS	0	1	1	0	2
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO	0	1	1	0	2
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH	0	1	0	0	1
IMAGINATION TECHNOLOGIES LTD	1	0	0	0	1
INSTITUTO ISRAELI DE TECNOLOGIA	0	1	0	0	1
INSTITUTO TECNOLOGICO DE CALIFORNIA	0	1	0	0	1
INSTITUTO TECNOLOGICO DE ZACATEPEC	0	1	0	0	1
LABORATORIOS NACIONALES DE ARGONE	0	1	0	0	1
LAWRENCE BERKELEY LABORATORY	0	1	0	0	1
PAUL SCHERRER INSTITUT	0	1	0	0	1
TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC	0	0	1	0	1
THE CHINESE UNIVERSITY OF HONG KONG	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CIUDAD JUAREZ	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO	1	0	0	0	1
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA	0	0	0	1	1
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS	0	0	1	0	1

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD DE MARYLAND EN COLLEGE PARK	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD DE MONTERREY	0	1	0	0	1
UNIVERSIDAD DE ROCHESTER	0	0	1	0	1
UNIVERSIDAD DE WISCONSIN EN MILWAUKEE	0	0	0	1	1
UNIVERSIDAD ESTATAL DE CALIFORNIA	0	1	0	0	1
UNIVERSITY OF ST. THOMAS	0	1	0	0	1
Total	6	44	48	67	165

La UNAM agrupa al mayor número de investigadores formados en los EUA, pues concentra al 46.67 % del total de los investigadores que se formaron en dicho país, consecuentemente también agrupa al mayor número de investigadores de los niveles más altos, 24 del nivel dos y 38 del nivel tres, sin embargo, la institución que representativamente agrupa al mayor número de investigadores de más alto nivel es el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), pues de los investigadores formados en EUA, 6 de los 8 investigadores adscritos a esta institución son de nivel tres y 2 del nivel dos.

De las 13 instituciones fuera de México, 8 son instituciones ubicadas en el Territorio norteamericano y 5 son instituciones alrededor del mundo.

La Tabla XVIII indica que más del 50% de los investigadores que realizaron sus estudios en los EUA se encuentran en instituciones del alto impacto (Atlas de la Ciencia, 2014) y que pertenecen a los niveles superiores del sistema, lo que les confiere un papel destacado en sus instituciones de adscripción.

En la Tabla número XIX se muestran las disciplinas que estudian los 165 investigadores que se formaron en los EUA y donde destaca la disciplina de astronomía con un 21.82 % del total de investigadores y en la cual se agrupan el mayor número de investigadores de los niveles más altos.

Hay que destacar que en los datos analizados para el año 2013 dentro del SNI para el área de la física, la disciplina que más investigadores estudiaban dentro del sistema era la Física del Estado Sólido, seguido de Óptica y Física Teórica (Contreras, Baquero et al, 2015) y en los datos recopilados por Pérez y Torres, (1998), las especialidades más desarrollada en México era la Astronomía, la Óptica, la Física Matemática y la Ciencia de Materiales.

Este hecho nos permite constatar la evolución y los cambios que sufre el estudio de la ciencia física dentro de México, lo que nos habla de una comunidad integrada al avance de la física a nivel mundial.

Tabla XIX.- Disciplinas que integra la física en el Sistema Nacional de Investigadores por nivel de SNI hasta 2015

DISCIPLINAS	C	1	2	3	Total	Representación porcentual
ASTRONOMÍA	2	11	12	11	36	21.82
FISICA TEORICA	1	4	8	10	23	13.94
OPTICA	0	6	8	5	19	11.52
FISICA DEL ESTADO SOLIDO	1	4	2	9	16	9.7
Sin Especificar	0	0	3	12	15	9.09
OTRAS ESPECIALIDADES EN MATERIA DE FISICA	0	4	4	2	10	6.06
FISICA DE LAS PARTICULAS NUCLEARES	0	4	0	4	8	4.85
FISICOQUIMICA	0	2	1	5	8	4.85
FISICA DE LOS FLUIDOS	1	1	4	1	7	4.24
FISICA NUCLEAR	0	4	1	1	6	3.64
FISICA MOLECULAR	0	2	1	2	5	3.03
TERMODINAMICA	0	2	1	2	5	3.03
MECANICA	1	0	2	1	4	2.42
ELECTROMAGNETISMO	0	0	1	2	3	1.82
Total	6	44	48	67	165	100

Otro dato que se desprende del análisis de la Tabla XIX, es el hecho que las 4 primeras disciplinas agrupan a casi el 57% de los investigadores formados en los EUA. Lo que muestra las áreas en las que se tiene mayor impacto en los artículos publicados a nivel internacional. (Atlas de las ciencia, 2010)

La Tabla XX es fundamental para nuestro análisis, pues en ella se muestran las instituciones norteamericanas en las cuales los investigadores adscritos al SNI en el área de física realizaron sus estudios de doctorado o el último grado registrado dentro del sistema.

La Tabla XX muestra que las 10 primeras instituciones agrupan al 42.4 % de los integrantes del SNI que se analizan en el presente trabajo. Este dato es fundamental, pues de comprobarse la hipótesis de que el centro de formación determina la posterior red de coautoría debería encontrarse que el mayor número de trabajos en coautorías son con estas 10 instituciones.

Tabla XX.- Instituciones donde los investigadores del área de física inscritos al SNI obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)

Institución de Formación	Número de investigadores	Representación porcentual.
UNIVERSITY OF CALIFORNIA	13	7.88
UNIVERSITY OF WISCONSIN-MADISON	13	7.88
UNIVERSITY OF TEXAS	11	6.67
ROCHESTER UNIVERSITY	9	5.45
NEW MEXICO STATE UNIVERSITY	4	2.42
STANFORD UNIVERSITY	4	2.42
STATE UNIVERSITY OF NEW YORK	4	2.42
STONY BROOK UNIVERSITY	4	2.42
UNIVERSITY OF CALIFORNIA - SANTA BARBARA	4	2.42
UNIVERSITY OF CENTRAL FLORIDA	4	2.42
UNIVERSITY OF MARYLAND COLLEGE PARK	4	2.42
UNIVERSITY OF NOTRE DAME	4	2.42

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	3	1.82
PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY	3	1.82
PRINCETON UNIVERSITY	3	1.82
RICE UNIVERSITY	3	1.82
THE OHIO STATE UNIVERSITY	3	1.82
UNIVERSITY OF ARIZONA	3	1.82
UNIVERSITY OF FLORIDA	3	1.82
UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS	3	1.82
UNIVERSITY OF WASHINGTON	3	1.82
BOSTON UNIVERSITY	2	1.21
COLLEGE OF WILLIAM AND MARY	2	1.21
COLUMBIA UNIVERSITY	2	1.21
FLORIDA STATE UNIVERSITY	2	1.21
INDIANA UNIVERSITY	2	1.21
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN	2	1.21
THE UNIVERSITY OF UTAH	2	1.21
UNIVERSITY OF CALIFORNIA - SAN DIEGO	2	1.21
UNIVERSITY OF HOUSTON	2	1.21
UNIVERSITY OF ILLINOIS	2	1.21
UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA CAMPAIGN	2	1.21
UNIVERSITY OF PITTSBURGH	2	1.21
VANDERBILT UNIVERSITY	2	1.21
ARIZONA STATE UNIVERSITY	1	0.61
BOSTON COLLEGE	1	0.61
BROWN UNIVERSITY	1	0.61
CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1	0.61
CASE WESTERN RESERVE UNIVERSITY	1	0.61
HARVARD UNIVERSITY	1	0.61
IOWA STATE UNIVERSITY	1	0.61
JOHNS HOPKINS UNIVERSITY	1	0.61
LEHIG UNIVERSITY	1	0.61
LOUISIANA STATE UNIVERSITY	1	0.61
MONTANA STATE UNIVERSITY	1	0.61
NEW YORK UNIVERSITY	1	0.61
NORTHEASTERN UNIVERSITY	1	0.61
OHIO UNIVERSITY	1	0.61
PURDUE UNIVERSITY	1	0.61

STEVENS INSTITUTE OF TECHNOLOGY	1	0.61
THE CATHOLIC UNIVERSITY OF AMERICA	1	0.61
THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY	1	0.61
THE ROCKEFELLER UNIVERSITY	1	0.61
UNIVERSITY OF CALIFORNIA - RIVERSIDE	1	0.61
UNIVERSITY OF CALIFORNIA - SANTA CRUZ	1	0.61
UNIVERSITY OF COLORADO	1	0.61
UNIVERSITY OF CONNECTICUT	1	0.61
UNIVERSITY OF MARYLAND	1	0.61
UNIVERSITY OF MINNESOTA	1	0.61
UNIVERSITY OF MINNESOTA - TWIN CITIES	1	0.61
UNIVERSITY OF NEBRASKA - LINCOLN	1	0.61
UNIVERSITY OF NEVADA RENO	1	0.61
UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA	1	0.61
UNIVERSITY OF TENNESSEE	1	0.61
UNIVERSITY OF TOLEDO	1	0.61
UNIVERSITY OF VIRGINIA	1	0.61
UNIVERSITY OF WISCONSIN	1	0.61
YALE UNIVERSITY	1	0.61
TOTAL	165	100

Como se observa de la Tabla XX, el 57.6 % de los investigadores se formaron en 59 instituciones de la unión américa, lo que nos habla de la movilidad que los investigadores adscritos al SNI tuvieron dentro de dicho país. Este hecho nos habla de los diferentes vínculos que se han formado de manera tacita entre ambos países, pues como señaló Villacencio et al, (2014), la formación de los estudiantes en diferentes centros permite la internalización de diferentes valores y prácticas en el quehacer científico del investigador, sin embargo como señala Kleiche, (2014), citando a Kraimer y Zabala, (2008), la formación en centros extranjeros de los investigadores contribuye a la importación de temas de investigación que son ajenos a las agendas nacionales y por lo tanto no corresponden a los intereses de su país de origen.

En la tabla número XXI, se indican las edades por quinquenio de los investigadores adscritos al SNI y su nivel correspondiente dentro del sistema, como se observa de la tabla el mayor número de investigadores se encuentra en el rango de los 55 a 59 años (16.36%), seguido de los rangos de 40-44 (13.33) y 45 a 49 años (13.33).

Tabla XXI.- Edad de los investigadores inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)

EDAD	C	1	2	3	Total	Representación %
30-34	2	2	0	0	4	2.42
35-39	2	12	3	0	17	10.3
40-44	2	12	6	2	22	13.33
45-49	0	6	12	4	22	13.33
50-54	0	3	7	6	16	9.7
55-59	0	6	8	13	27	16.36
60-64	0	2	5	14	21	12.73
65-69	0	0	4	9	13	7.88
70-74	0	1	2	11	14	8.48
75-79	0	0	0	5	5	3.03
80-84	0	0	0	2	2	1.21
85-89	0	0	0	1	1	0.61
90-94	0	0	1	0	1	0.61
Total	6	44	48	67	165	100

Sin embargo al analizar los intervalos de edades y el nivel dentro del SIN se puede notar que los investigadores de nivel tres se encuentran en los rangos 55-59 y 60-64, al respecto González -Brambila, 2005, señala que los investigadores adscritos al área de física llegan a su punto más elevado de productiva a los 55 años, donde en promedio publican 2.06 artículos anualmente. Lo cual explica porque los investigadores de mayor nivel se encuentran en los quinquenios mayores a 50 años y por el contrario los investigadores de los niveles de candidatos y nivel uno se encuentran en los primero quinquenios.

En la Tabla XXII se muestra el quinquenio en que los investigadores recibieron su grado de doctorado o el último grado registrado dentro del

sistema, como se observa, el 70.30% de los investigadores analizados en este trabajo recibieron su grado de doctorado a partir del quinquenio de 1980, lo que nos habla que en los últimos 35 años se ha reforzado la relación con los EUA como centro de formación de los investigadores adscritos al sistema, sin embargo los datos de Contreras, Robles et al (2014), señalan que la obtención del grado de doctorado de los físicos adscritos al SIN hasta 2013 es similar, pues es desde 1982 hasta 2012 que el 91.18% de los investigadores de esta área recibieron su grado de doctorado.

Tabla XXII.- Quinquenio de Doctorado de los investigadores inscritos al SNI que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA (2015)

Año de grado	Investigadores	Representación porcentual
1955-1959	2	1.21
1960-1964	3	1.82
1965-1969	7	4.24
1970-1974	11	6.67
1975-1979	10	6.06
1980-1984	15	9.09
1985-1989	21	12.73
1990-1994	23	13.94
1995-1999	21	12.73
2000-2004	16	9.7
2005-2009	25	15.15
2010-2014	11	6.67
Total	165	100

Lo datos anteriormente señalados indican que la mayoría de los investigadores adscritos al SIN en el área de la física corresponden al periodo señalado por Gil Antón, 2014, como de las transferencias monetarias condicionadas. (Véase Gil Antón, Manuel, 2014).

Las cifras indicadas en la tabla XXI y XXII permiten hacer la observación, que si bien los investigadores analizados en este trabajo recibieron su doctorado en los últimos 35 años (1980-2015), el 50% de estos son mayores de 55 años, lo que permite inferir que a un investigador formado en los EUA le toma poco más de treinta años llegar a los niveles más altos dentro del sistema.

Por último, en este apartado se presenta la Tabla XXIII que muestra los estados de Adscripción de los investigadores formados en los EUA dentro del sistema para el área de física, es notorio como lo señalan, Pérez et al a, 1998, y Contreras et al a, 2015, que el gremio de física es una de las comunidades científicas que han apoyado la descentralización de la ciencia en México, pues como se muestra en la tabla, solo el 40% de los investigadores formados en este país se encuentran adscritos al Distrito Federal, sin embargo, al analizar por nivel de pertenencia al sistema encontramos que poco más del 50% de los investigadores del nivel tres se encuentran en dicha entidad federativa por lo que, en concordancia con las tablas XXI y XXII esto podría explicarse debido a que son los investigadores de mayor edad, con mayor trayectoria académica y pertenecientes a la generación de la ciencia centralizada del país y sobre todo pertenecientes al periodo de la “universalización liberal” Kreimer (2006)

Tabla XXIII.- Estados de Adscripción de los investigadores inscritos al SIN en el área de física que obtuvieron su grado de doctorado o su último grado en los EUA y su nivel dentro del SNI (2015)

ESTADO ADS	C	1	2	3	Total
DISTRITO FEDERAL	1	13	16	36	66
NO DISPONIBLE	2	13	3	2	20
BAJA CALIFORNIA	0	2	8	4	14
MICHOACAN	0	2	4	6	12

PUEBLA	0	4	0	4	8
GUANAJUATO	0	2	2	3	7
MORELOS	0	1	3	3	7
SAN LUIS POTOSI	1	2	2	2	7
QUERETARO	1	1	0	2	4
COLIMA	0	0	2	1	3
EDO. DE MEXICO	0	0	2	1	3
NUEVO LEON	1	1	1	0	3
SONORA	0	0	2	1	3
CHIAPAS	0	1	1	0	2
YUCATAN	0	0	1	1	2
AGUASCALIENTES	0	0	1	0	1
CHIHUAHUA	0	1	0	0	1
HIDALGO	0	1	0	0	1
SINALOA	0	0	0	1	1
Representación %	3.64%	26.67%	29.09%	40.61%	100.00%
Total	6	44	48	67	165

Una vez analizadas las características de los investigadores que se formaron en EUA en el área de la física y que son integrantes del SNI, se llevó a cabo la búsqueda de sus perfiles en la base de datos de SCOPUS con la finalidad de conocer sus patrones de colaboración y con qué países la llevan a cabo, a continuación se muestran los resultados de ese análisis.

5.3.2.-Patrones de colaboración internacional de los investigadores formados en los EUA en el área de Física y pertenecientes al SNI

Como se señaló en la sección de metodología de este capítulo para llevar a cabo esta sección de la investigación fue necesario identificar el perfil bibliométrico de los investigadores formados en los EUA, sin embargo se hace la nota que con el objetivo de tener un mayor grupo de estudio de los investigadores formados en EUA, a la base de datos de 2015 del SNI, se le sumaron los investigadores del año ,2013, que cumplieran con el requisito de

estar adscritos al área de física y haber realizado su último nivel de estudios indicado en las bases de datos del SNI en EUA.

De dicho cruce de información obtuvimos un total de 174 investigadores de los cuales se realizó su red total de coautoría a nivel internacional. Es importante destacar que se realizó la red completa de la nacionalidad de los coautores, sin embargo la base de datos Scopus solo indica 150 coautores para cada perfil de investigador, por lo que, por razones ajenas a esta investigación dicha red puede omitir algún investigador que este más allá de la cuenta de los 150 primeros coautores para cada perfil del investigador.

Teniendo en cuenta lo señalado por Kreimer (2006, 2007), que la formación de recursos humanos altamente capacitados en un país ajeno al propio genera una mayor proyección a trabajar con dichas naciones en el área que se desempeñen se realizó la red de coautores de los investigadores formados en EUA en el área de física con el objetivo de comprobar si este comportamiento se presentaba en esta área del conocimiento y en nuestro país y de esta misma forma comprobar la importancia que genera que los investigadores mexicanos se formen en segunda lugar en los EUA.

Este análisis permitió identificar un total de 13,227 coautores que trabajan con los 174 investigadores formados en E.UA., en la tabla XXIV se muestran solo los diez primeros países en importancia que concentran al mayor número de coautores con los que trabajan los investigadores formados en EUA. (en la sección de anexos se incluye la lista total de los países a los que pertenecen los coautores)

Tabla XXIV.- Red de coautores de los investigadores formados en EUA a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)

Número de Coautores	País	Representación porcentual
4946	México	37.39
3099	United States	23.43
894	Spain	6.76
546	Germany	4.13
497	France	3.76
422	Italy	3.19
394	United Kingdom	2.98
202	Brazil	1.53
180	Canada	1.36
175	Russian Federation	1.32

La información derivada de la tabla XXIV permite comprobar lo señalado por Kraimer, (1997, 2007, 2006) donde señala que el país de formación es un factor que guía la posterior red de coautoría, con el objetivo de comprobar esta hipótesis se realizó el mismo estudio para Reino Unido, Francia, España y Alemania por ser los países en que más investigadores en el área de la física e incorporados al SNI realizaron su grado de doctorado, se especifica que para estos países solo se seleccionaron los diez primero coautores en importancia para cada perfil de los investigadores. (en los anexos se muestra la red completa para cada uno de los países).

Tabla XXV.- Red de coautores de los investigadores formados en Reino Unido (United Kingdom) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016).

País	No. Co-autores	%
México	683	52.8
United Kingdom	155	12.0
United States	107	8.3
Spain	66	5.1
Germany	41	3.2
Italy	33	2.6
France	27	2.1
Brazil	17	1.3
Canada	16	1.2
Argentina	11	0.9

Tabla XXVI.- Red de coautores de los investigadores formados en Francia (France) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)

País	No. Co-autores	%
México	354	52.6
France	122	18.1
United States	49	7.3
Spain	33	4.9
United Kingdom	16	2.4
Germany	15	2.2
Italy	8	1.2
India	7	1
Belgium	7	1
Brazil	6	0.9

Tabla XXVII.- Red de coautores de los investigadores formados en España (Spain) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)

País	No. Co-autores	%
México	170	34.3
Spain	164	33.1
United States	32	6.5
Italy	19	3.8
France	19	3.8
United Kingdom	15	3
Germany	12	2.4
Canada	7	1.4
Poland	6	1.2
China	6	1.2

Tabla XXVIII.- Red de coautores de los investigadores formados en Alemania (Germany) a nivel doctorado e inscritos en el SNI (2016)

País	No. Co-autores	%
México	203	44.5
Germany	95	20.8
United States	27	5.9
United Kingdom	14	3.1
France	13	2.9
Japan	10	2.2
Spain	9	2
Switzerland	9	2
Russian Federation	8	1.8
Poland	6	1.3

Como se observa de las tablas XXIV a XXVIII en todos los casos se sigue el mismo comportamiento, donde el segundo país con el que se tiene mayor nivel de colaboración a nivel de coautorías corresponde al país de formación de doctorado.

Un dato a destacar y que se desprende del análisis de las mismas tablas es el hecho que sin importar el país (EUA, UK, Francia, España y Alemania) en donde se hayan doctorado los investigadores, la principal

colaboración ocurre con integrantes de la comunidad científica mexicana, lo que indica que la comunidad física e integrante del SNI se encuentra esencialmente vinculada entre sí, situación que fortalece el desarrollo de la física mexicana a nivel nacional e internacional.

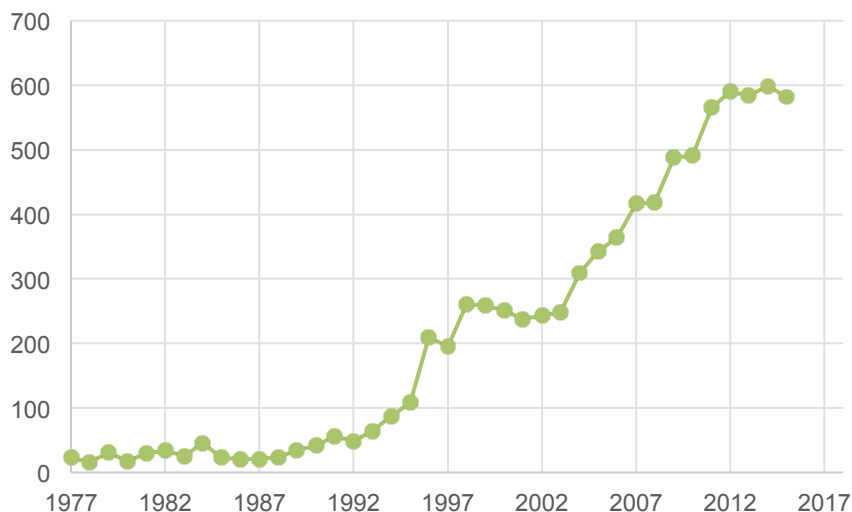
5.3.3.-Colaboración México –EUA en artículos de investigación en el área de Física

En la base de Datos de Scopus de Elsevier para el periodo comprendido de 1977-2015 la base de datos tenía identificados 40,573 artículos publicados en el área de Física pertenecientes a investigadores cuya adscripción fuera México, de los cuales 8,456 artículos se realizaron en coautoría con investigadores con adscripción en los EUA, lo que representa un 20% de trabajos en coautoría, le sigue España con 4532 artículo, Francia con 3461, Alemania con 3454 y Reino Unido con 3179 artículos.

Con el objetivo de comprender las dinámicas que imperan en los artículos de copublicación entre México y EUA se realizó el análisis del comportamiento de las copublicaciones entre ambos países donde se analizaron los 8,456 artículos, que se filtraron a través de las categorías de primer autor y autor de correspondencia, pues como indica Martínez et al(2004) Los criterios de la posición del autor y el autor de correspondencia, han sido utilizados para identificar a los líderes académicos, estos criterios son útiles cuando se realizan estudios colaborativos con personal de la misma línea de investigación, institución u otras instituciones nacionales o internacionales

En el gráfico 2 se muestra el número de artículos en colaboración entre México y EUA en el área de la física por año para el periodo 1977-2015 Scopus (2016)

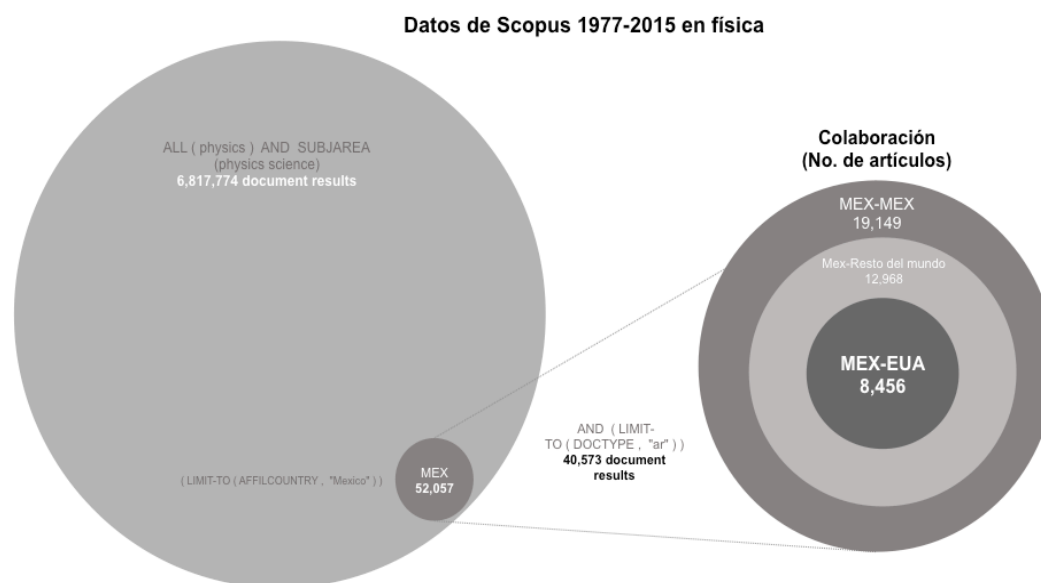
Gráfico 2.- Número de artículos en Colaboración entre México y EUA en el área de la física (1977-2015)



Como se desprende de los datos es a partir de la década de los 90 que existió una mayor colaboración entre ambas naciones en materia de física esto puede entenderse si tenemos en consideración que a partir de 1985 existió un aumento en el número de investigadores mexicanos que recibieron su doctorado en Estad Unidos, lo que intensificó la relación en el número de trabajos en coautoría, hay que señalar que este fenómeno no se responde en su totalidad por los estudiantes de doctorado, sino que corresponde también a los nexos preexistente de la misma relación, a su vez se sugiere al lector revisar el capítulo uno de este trabajo donde vemos que a partir de esta década existió una proliferación de los programas de posgrado en esta área del conocimiento en nuestro país.

En el Grafico 3 se muestra como se realizó la elección de los artículos que se analiza en la presente sección.

Grafico 3. Selección de artículos en co-publicación México- EUA en el periodo 1977-2015



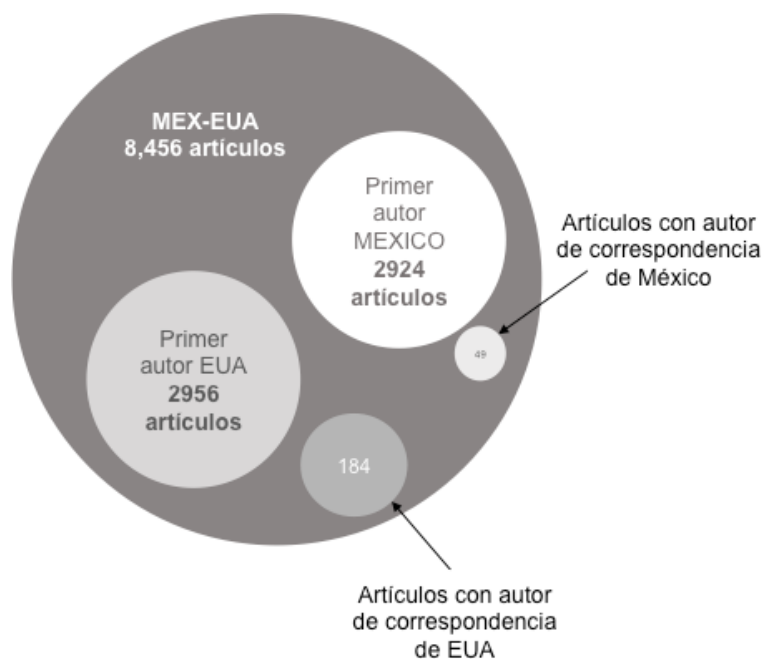
Como se desprende del diagrama solo se eligieron los resultados que se indican son artículos de investigación (es decir que se encuentran revisados por pares y publicados en alguna revista a nivel internacional), posteriormente se realizó el filtrado de los artículos que correspondían únicamente a Estados Unidos (8456), la selección de estos datos permitió identificar los artículos que corresponden solo a adscripciones mexicanas lo que corresponde al 47% del total de artículos para dicho periodo de años.

Este dato permite señalar que para los años de 1977 a 2015 la física mexicana principalmente se desarrolla con otros países (47%) y principalmente con los EUA (21%).

Con el objetivo de conocer el papel que desempeña la comunidad física mexicana en la colaboración con los EUA, se analizó en cuantos artículos de los 8,456 publicaciones un investigador con adscripción en México ocupaba el primer lugar en autoría y el lugar de autor de correspondencia posteriormente se realizó el mismo procedimiento para autores con

adscripción en los EUA, en el gráfico 4, se presentan los resultados obtenidos de dicho análisis.

Grafico 4. Integración de la colaboración México-EUA en Física por número de artículos publicados en coautoría y separados por primer autor y autor de correspondencia México y EUA (1977-2015)



Del análisis de los artículos en copublicación fue posible identificar que México ocupa el lugar de primer autor y autor de correspondencia en un 35.19% de los trabajos en coautoría con EUA, mientras que Estados Unidos ocupa estas clasificaciones en un 37.13%, lo que indica que estados Unidos en la mayoría de ocasiones guía los trabajos que publican en conjunto, sin embargo y un dato muy importante que se generó de este análisis, es que en el 27.68% de los trabajos en coautoría de estas dos naciones, ninguno de los dos países es primer autor o autor de correspondencia, lo que sugiere que otra nación es la responsable de la línea de investigación y tienen el liderazgo en el desarrollo de la investigación.

Este fenómeno se vuelve aún más interesante de analizar al observar que en un 64.81% es decir en seis de cada 10 trabajos México no es líder, ni guía, ni responsable de la línea de investigación en la que trabaja, por lo tanto en la mayoría de ocasiones que México trabaja con los EUA (6 de cada 10), nuestro país no elige el tema de investigación, ni es líder, pero sí aporta recursos tanto humanos, como económicos para su realización.

Estos resultados apoyan la hipótesis de que México se encuentra en una relación de integración subordinada con los EUA, pues como señala Kreimer (2006,2007) un rasgo característico de esta relación es trabajar en líneas de investigación que no son elegidas por la comunidad científica que los desempeña, aportando tanto recursos humanos y económicos que no se traducen en un beneficio para la ciencia del país que la desarrolla, pero que sí beneficia al país central (Hegemónico) con el cual se colabora.

Derivado de estos resultados y con la finalidad de comprender el efecto que dichos resultados significan para la visibilidad de la comunidad física mexicana a nivel internacional se realizó el análisis de citas de estos trabajos, los resultados se presentan en la tabla XII de esta sección.

Tabla XXIX.- Número de citas de los trabajos realizados en coautoría por México y EUA cuando ocupan el lugar de Primer Autor y Autor de Correspondencia en el periodo 1977-2015.

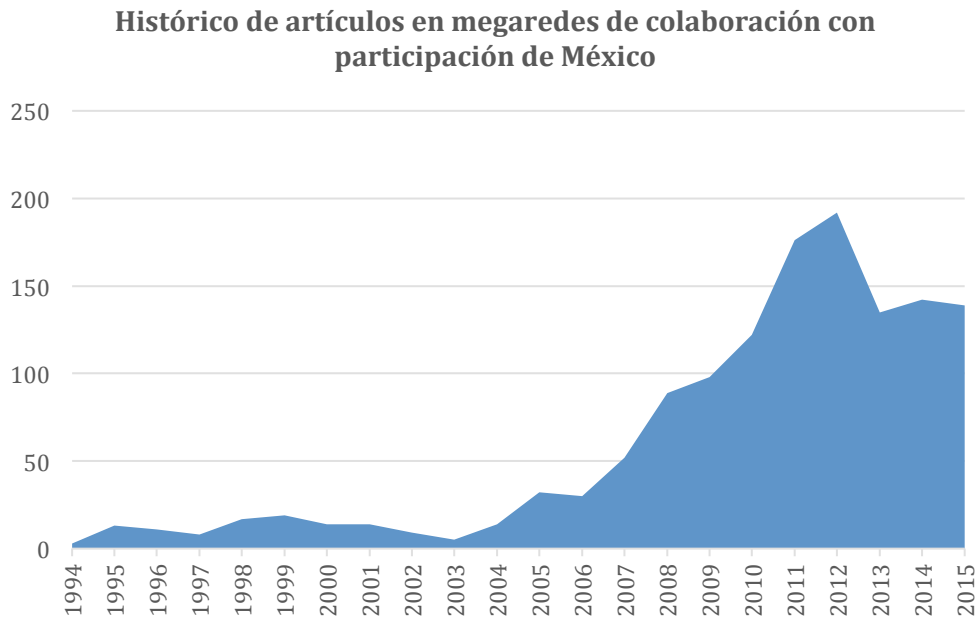
Categorías	MEXICO	EUA
	No. Artículos	No. Artículos
Primer autor	2924	2956
Autor de Correspondencia	49	184
Total de citas	50,033	99,959
Promedio de citas por articulo	16.82	31.83

Como se desprende del análisis de la tabla, los artículos en que México ocupa las categorías de primer autor y autor de correspondencia reciben en promedio 16.82 citas por artículo, mientras que en el caso de EUA cuando ocupa estas categorías los artículos en promedio reciben 31.83, lo que significa que los artículos que guía y lidera los EUA son más visibles para la comunidad física internacional.

Otro fenómeno que fue posible observar del análisis de estos datos es la inscripción de México en las Megas de Redes de colaboración internacional o Mega ciencia (Kreimer, 2007), pues como se señaló de los 8, 456 de artículos de colaboración entre México y EUA, el 15.72% (1334 artículos) corresponde a la participación de mega proyectos, esto fue posible de identificar al separar los artículos que tienen más de 20 instituciones participantes y donde ni México, ni EUA son autores principales o autores de correspondencia.

En el Gráfico 5 se presentan el número de artículos que corresponde a la participación de México en Proyectos de Mega ciencia y donde ni México, ni EUA son primer autor o autor de correspondencia, es decir que no son proyectos liderados por investigadores de estos países.

Gráfico 5. Participación de México en Proyecto de Megaciencia, derivados de la copublicación entre México y EUA en el periodo 1977-2015



La gráfica indica que es a partir de 2005 que México empieza a participar en trabajos de Mega ciencia en los cuales se encuentra EUA como integrante de la investigación pero no como líder, será interesante para trabajos futuros estudiar el momento histórico en el que México entro a formar parte de los equipos de Mega ciencia; sin embargo, este tema sobre pasa los límites de esta investigación.

5.4. Conclusiones

En este capítulo y por ser el objetivo central de esta investigación, se analizó la relación que se ha desarrollado entre México y los EUA en la física mexicana desde dos perspectivas, la primera a través del análisis de los investigadores que realizaron sus estudios de doctorado en dicho país y

su posterior red de colaboración. La segunda perspectiva fue desde el análisis de los trabajos en coautoría entre México y EUA en el periodo 1977-2015.

Como resultado del primer análisis fue posible identificar que EUA es el principal país de formación en el extranjero de los investigadores en esta área del conocimiento y adscritos al SNI, entre las características que encontradas en estos investigadores fue que la mayoría de ellos están adscritos a las principales instituciones de la física mexicana siendo esta la UNAM, el CINVESTAV y el CIO.

Por otro lado, se pudo identificar que los investigadores formados en EUA se agrupan en su mayoría en los niveles más altos del SNI y en consecuencia como señala Didou (2014), son estos investigadores los que guían el desarrollo de la actividad científica en esta área del conocimiento; a través de las temáticas que eligen y los proyectos que realizan. La autora también explica que el fenómeno de que estos investigadores se encuentran en los niveles 2 y 3 del SNI, corresponde a que en sus centro de formación a nivel doctoral o posdoctoral adquirieron herramientas y perspectivas en el desarrollo de su actividad científica, las cuales son valoradas y valuadas con mejor puntaje que las que desarrollan sus pares que realizaron sus estudios de doctorado en México.

Un dato a destacar sobre los investigadores que se formaron en EUA, así como los formados en Reino Unido, Francia y España, es que en todos los casos los investigadores en primer lugar colaboran con sus pares con adscripción en México y posteriormente con investigadores de sus países de formación doctoral, esto comprueba lo descrito por Kreimer (2006, 2007) al señalar que el centro de formación doctoral o posdoctoral guiará en el futuro la red de coautoría de los investigadores al regresar a su país de origen y como resultado de esto tendrán una mayor proyección

internacional, lo que en consecuencia les llevará a integrarse a las grandes redes de colaboración internacional.

Del análisis de los artículos en copublicación entre México y EUA fue posible identificar que para el periodo comprendido de 1977-2015, México tuvo un total de 40, 573 artículos de investigación de los cuales 8,456 fueron en coautoría con los EUA. Al analizar con mayor detenimiento estos datos fue posible determinar que de los 40, 573 artículos, el 47% de estos son únicamente colaboraciones entre investigadores con adscripción en México y el restante 53 % son artículos en colaboración internacional, este dato nos permite señalar que la física mexicana tiene principalmente un carácter internacional.

Siguiendo con este análisis y centrándose en los trabajos en coautoría entre México y los EUA en esta área del conocimiento se dividieron los artículos por primer autor y autor de correspondencia, pues como señalan Martínez et al, en el 2011, realizar este análisis permite determinar qué autor guía el trabajo y tiene la guía del proyecto de investigación, en este caso lo hicimos con el objetivo de conocer qué país es que el guía y lidera el artículo de investigación.

Como resultado de este análisis fue posible encontrar que en los artículos de colaboración entre México y EUA en 6 de cada 10 artículos en el que estos países colaboran, México no elige los temas de investigación ni la dirige, pues solo el 30% de las colaboraciones en estos trabajos el primer autor o autor de correspondencia es un investigador con adscripción en México. Sobre este hecho Kraimer (2006) señala que este tipo de colaboración internacional se debe a que los investigadores de la excelencia periférica se encuentran subordinados (integración subordinada) a los países centrales de la ciencia, y que por lo tanto trabajan en las

investigaciones y temas que han sido señalados como relevantes para los países hegemónicos de la ciencia.

Por último, y como resultado del análisis de los trabajos en coautoría entre estos dos países fue posible identificar que en los últimos diez años (2005) México se ha visto inmerso en la participación de grandes redes de colaboración (más de veinte coautores), sin embargo, un dato interesante que resultó de un análisis superficial fue que cuando México y EUA se encuentran en estos proyectos los EUA no son los líderes de estas investigaciones.

La participación de México en el desarrollo de la mega ciencia es un tema de vital importancia para el desarrollo de la física mexicana, pues permitirá analizar el papel que desempeña a escala internacional y sobre todo como país coadyuvante del desarrollo de la física de avanzada, sin embargo el análisis de los artículos en copublicación entre México y EUA no son la fuente idónea para analizar en profundidad de este fenómeno, sin embargo su relevancia es tal que no puede pasarse por alto.

Capítulo 6. Conclusiones finales

El presente trabajo ha tenido por objetivo identificar si la relación entre México y los Estados Unidos de América (EUA) es una relación de integración Subordinada. Con el objetivo de abordar esta pregunta se estudió al gremio de la física desde el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el marco normativo del Sistema Nacional de la Ciencia y la Tecnología, la cooperación internacional en ciencia y tecnología, la red de coautoría de los investigadores formados en los EUA y los trabajos en colaboración entre estos dos países en el área de la física.

El análisis de estos elementos desde los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCT) permiten analizar y comprender la relación que mantienen estos dos países y el impacto que esta genera en la física mexicana. Del análisis de la comunidad de la física mexicana dentro del SIN, se pudo conocer las principales áreas de la física que se desarrollan en nuestro país siendo estas la física del estado solido, la óptica, la física teórica y la astronomía. Este análisis también permitió identificar que un 67% de los investigadores de esta área del conocimiento y adscritos a este sistema obtuvieron su último grado registrado en México y a nivel internacional se pudo identificar que los principales centros de formación son los EUA, Reino Unido, Francia, España y Alemania. Constatamos entonces la importancia de las relaciones de cooperación internacional desde las etapas de formación de los investigadores.

Por otro lado, el análisis de este gremio permitió identificar que en México existe una fuerte estructura institucional que favorece la formación de sus propios investigadores en esta área del conocimiento. Este hallazgo es relevante para nuestra investigación, pues Sadosky (1973) señala que en caso de que un país no cuente con la estructura institucional para formar a sus propios investigadores, este país podría encontrarse en una relación de

dependencia con el país que forme a sus investigadores. Además, Pérez Tamayo (2010) señala que a partir 1930 existió una fuerte relación entre México y los EUA en esta área del conocimiento, debido a que los primeros investigadores que formaron parte de los centros e institutos de física eran de nacionalidad norte americana.

El análisis del Marco Normativo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) permitió identificar a los principales organismos de administración pública que estructuran la actividad científica en nuestro país. Siendo estos el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación (CGICDTI), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Foro Consultivo Científico y Tecnológico, la Red Nacional de Grupos, los Centros de Investigación y la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología. Al analizar estos organismos de administración pública se pudieron identificar a los principales actores dentro del SNCT; siendo en primer lugar, los Secretarios de gobierno, pues de los 13 integrantes del CGICDTI, 8 de ellos son secretarios de estados y por lo tanto en la mayoría de los casos son personajes que están lejos de la investigación científica y del desarrollo tecnológico. Esto adquiere mayor relevancia al analizar las facultades que le han sido otorgadas a este organismo, pues es en éste donde se aprueban las políticas a instaurar en el campo científico y tecnológico, se vota el presupuesto que se le dotará y se señalan las áreas prioritarias de la ciencia que se desarrollarán en nuestro país. Por lo tanto, la toma de decisiones en estos campos puede deberse a razones políticas y económicas más allá de buscar el desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Además, del estudio del SNCT se identificaron los instrumentos de política pública que dirigen los campos de la ciencia y la tecnología. Siendo estos el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Especial de Ciencia,

Tecnología e Innovación y la Ley de Ciencia y Tecnología. Dentro de los cuales se pudo notar la importancia que le ha sido dotada a la Cooperación Internacional en los campos de la ciencia y la tecnología. Desde la perspectiva de los ESCT el análisis de las relaciones internacionales es fundamental para comprender las dinámicas de saberes en la actualidad, pues estas además de implicar aspectos puramente formales también traen aparejados la constitución de las agendas locales de investigación, los temas a desarrollar y sobre todo porque influyen en los estilos de las áreas científicas (Kreimer, 2010).

Al analizar la cooperación científica que México tiene con los EUA en la ciencia y la tecnología fue posible identificar que esta colaboración se establece por medio de acuerdos interinstitucionales entre los estados de la república mexicana e instituciones y estados de la unión americana. De los 184 acuerdos interinstitucionales entre estos dos países, 39 son en materia de ciencia y tecnología. Lo anterior permitió identificar que la relación que mantiene México con los EUA en materia de Cooperación internacional en estos campos se estructura mediante acuerdos inter-institucionales y no mediante tratados internacionales o acuerdos inter-institucionales del CONACYT. Además, el análisis bibliométrico de las coautorías de artículos en física en el periodo 1997-2015, mostró que el 47% de los artículos de México se realizaron con investigadores con adscripción en México y el restante 53% en colaboración internacional, del cual el 20% del total es en colaboración con Estados Unidos. También, estos resultados nos permitieron identificar que a partir del año 2005, México participa con mayor intensidad en trabajos de las grandes redes del conocimiento. Este hecho muestra la existencia de diferentes voluntades a nivel nacional de vincularse con los EUA en los campos científicos y tecnológicos.

Desde los ESCT este hecho es fundamental, pues como se señaló las relaciones internacionales (cooperación internacional) en el campo

científico y tecnológico trae aparejado la influencia en las agendas locales de investigación y en los temas a desarrollar. Al analizar la red de coautoría de los físicos formados en los EUA se pudo comprobar que el lugar de formación de los investigadores repercute en su posterior red coautoría, pues en los casos analizados constatamos que el segundo país con el que se tiene mayor nivel de colaboración es con el país en el cual se hayan formado. Profundizar la influencia de estas relaciones de colaboración en las agendas locales de los investigadores mexicanos, ha quedado fuera del alcance de este estudio. Sin embargo, nuestros resultados sientan las bases en términos de caracterización cuantitativa de las colaboraciones. Es entonces necesario continuar este tipo de estudios, inclinándose a la parte cualitativa, para entender mejor el perfil y las dinámicas de las relaciones en ciencia y tecnología de ambos países.

Finalmente, volviendo a la pregunta central sobre si las relaciones entre México y Estados Unidos en el campo de la física se pueden calificar de Integración Subordinada, se encontraron elementos en el análisis histórico y normativo que indican que la construcción del campo científico en México en la física ha mantenido relaciones estrechas con Estados Unidos y, por lo tanto, ha habido una influencia de estas relaciones en la estructura científica mexicana. En cuanto al análisis cuantitativo (investigadores del SNI y coautoría de artículos), los resultados han mostrado que las relaciones con Estados Unidos son centrales tanto en términos de formación en el extranjero, así como en coautorías. Esto nos refleja una tendencia de las dinámicas de las relaciones hacia un perfil de ciencia Integrada a los EUA. No obstante, calificar las relaciones entre ambos países como una relación de Integración Subordinada a partir de estos resultados reflejaría una posición reduccionista. Esto ya que las dinámicas en la organización internacional del trabajo científico están en constante cambio. Por ejemplo, las grandes redes de colaboración en algunos campos de la física (como el proyecto ATLAS) son financiadas por

diferentes países y no exclusivamente por Estados Unidos. Esto nos lleva a la multiplicidad de actores que intervienen en un campo específico de la ciencia, lo cual puede establecer relaciones de interdependencia. Tema que ha quedado fuera del alcance de esta tesis, pero los aportes de este trabajo (análisis histórico del campo, marco normativo, y cooperación internacional, así como el análisis bibliométrico) pueden ser las bases para futuras investigaciones sobre la interdependencia en la ciencia y sus dinámicas.

7. Anexos

Anexo I. Movilidad de los investigadores en física en dentro de

México 2010

		LUGAR EN DONDE LOS INVESTIGADORES REALIZARON SUS ESTUDIOS DE DOCTORADO EN MÉXICO.																	
		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							5
	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	33
	NL	4			2	1				2	8	1			3			1	22
	OC		1		2							6							9
	PL	2			20	1		1		2		48			2			18	94
	QT	1			7	1				1			5					3	18
	SL				1	1								1				1	4
	SP	1			5										15		1	5	27
	SR	5	1		6	1						5			2	11		3	34
TC				1							2						1	4	
TL				3							2							5	
TS	1										2							3	
US			1	2			1				1			2			1	8	
VZ				6							5			1			2	14	
YN	2	1		7	1				1			1				10	2	25	
ZS				3	1					2	2			3				11	
SNEP				1	2									1				4	

AS	Aguascalientes	DE	Alemania	MC	Estado de México	SP	San Luis Potosí	ZS	Zacatecas
BC	Baja California	DF	Distrito Federal	MN	Michoacan	SR	Sonora	SNEP	Sin Especificar
CA	Canada	ES	España	MS	Morelos	TC	Tabasco		
CC	Campeche	GB	Gran Bretaña	NL	Nuevo León	TL	Tlaxcala		
CH	Chihuahua	GT	Guanajuato	OC	Oaxaca	TS	Tamaulipas		
CL	Coahuila	HG	Hidalgo	PL	Puebla	US	Estados Unidos		
CM	Colima	IE	Irlanda	QT	Queretaro	VZ	Veracruz		
CS	Chiapas	JC	Jalisco	SL	Sinaloa	YN	Yucatan		

Anexo II Movilidad de los investigadores en física en el continente

Americano y Asiático 2010

LUGAR EN DONDE LOS INVESTIGADORES REALIZARON SUS ESTUDIOS DE DOCTORADO

Lugar de Adscripción de los Investigadores

	AR	BR	CA	CN	CU	IL	IN	JP	US	TOTAL
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

AR	Argentina
BC	Baja California
BR	Brasil
CA	Canada
CH	Chihuahua
CL	Coahuila
CM	Colima
CN	China

CS	Chiapas
CU	Cuba
DF	Distrito Federal
GT	Guanajuato
IN	India
IL	Israel
JC	Jalisco
JP	Japón

MC	Estado de México
MN	Michoacan
MS	Morelos
NL	Nuevo León
PL	Puebla
QT	Queretaro
SL	Sinaloa
SP	San Luis Potosí

SR	Sonora
TS	Tamaulipas
US	Estados Unidos
SNEP	Sin Especificar
VZ	Veracruz
YN	Yucatan

Anexo III Movilidad de los investigadores en física en el continente

Europeo 2010

LUGAR EN DONDE LOS INVESTIGADORES REALIZARON SUS ESTUDIOS DE DOCTORADO

	ARM	BE	BG	BY	DE	DK	ES	ESC	FI	FR	GB	HR	HL	IE	IT	PO	RU	SE	SZ	UA	YS	Total
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			2		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

LUGAR DE ADSCRIPCIÓN DE LOS INVESTIGADORES

DE	Alemania	CH	Chihuahua	MC	Estado de México	IE	Irlanda	PO	Polonia	SR	Sonora	YS	Yugoslavia
ARM	Armenia	CM	Colima	FI	Finlandia	IT	Italia	PL	Puebla	SE	Suecia	ZS	Zacatecas
AT	Austria	HR	Croacia	FR	Francia	JC	Jalisco	QT	Queretaro	SZ	Suiza		
BC	Baja California	DK	Dinamarca	GB	Gran Bretaña	MN	Michoacan	RU	Rusia	TS	Tamaulipas		
BE	Belgica	DF	Distrito Federal	GT	Guanajuato	MS	Morelos	SP	San Luis Potosi	UA	Ucrania		
BY	Beloruisia	ESC	Escocia	HG	Hidalgo	NL	Nuevo león	SNEP	Sin especificar	VZ	Veracruz		
BG	Bulgaria	ES	España	HL	Holanda	OC	Oaxaca	SL	Sinaloa	YN	Yucatan		

Anexo IV Índice de endogamia académica a nivel nacional en física hasta 2010

Estado	Investigadores adscritos	Doctorados obtenidos	Índice de endogamia
AGUASCALIENTES	7	0	0
BAJA CALIFORNIA	34	19	0.56
CAMPECHE	1	0	0
CHIAPAS	15	0	0
CHIHUAHUA	9	1	0.11
COAHUILA	3	0	0
COLIMA	2	0	0
DISTRITO FEDERAL	272	181	0.67
GUANAJUATO	68	36	0.53
HIDALGO	5	0	0
JALISCO	37	9	0.24
ESTADO DE MÉXICO	90	10	0.11
MICHOACÁN	20	1	0.05
MORELOS	33	3	0.09
NUEVO LEÓN	22	8	0.36
OAXACA	9	0	0
PUEBLA	94	48	0.51
QUERÉTARO	18	5	0.28
SAN LUIS POTOSÍ	27	15	0.56
SINALOA	4	1	0.25
SONORA	34	11	0.32
TABASCO	4	0	0
TAMAULIPAS	3	0	0
TLAXCALA	5	0	0
VERACRUZ	14	0	0
YUCATÁN	25	10	0.4
ZACATECAS	11	0	0

8. Bibliografía

Aghaei A, Hadi S, Melor Y, Hadi F, Masood F, et al. (2013) A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science*, 2013, 9 (5), pp.18-26

Álvarez, S. (2012). Una Introducción a la Cooperación Internacional al Desarrollo. *REDUR* 10, pp. 285-309.

AMEXCID ¿Qué es la Cooperación Internacional para el Desarrollo?
<http://amexcid.gob.mx/index.php/es/acerca-de-la-amexcid/ique-es-la-cooperacion-internacional-para-el-desarrollo>

AMEXCID Estructura:

<http://www.amexcid.gob.mx/index.php/es/acerca-de-la-amexcid/estructura>

Antal E, Aroche F. (2011). Cooperación en Ciencia y Tecnología en América del Norte y Europa. CISAN, UNAM pp. 9 -35.

Antal, E. (2011) Política, Actores y Estructuras de la Cooperación en Ciencia y Tecnología en América del Norte a la luz de la Unión Europea en Cooperación en Ciencia y Tecnología en América del Norte y Europa. Compiladores Antal Edit y Aroche Fidel. CISAN, UNAM pp.57- 78

Arellano A, Arvantis R, Vinck D. (2012). Circulación y conexión mundial de saberes. Elementos de antropología de los conocimientos en América Latina , *Revue d'anthropologie des connaissances* 2012/2, Vol. 6, n° 2 pp. I-XXVIII.

Asomoza P. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. México, D.F. FCCyT. Página 65. http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/20_sni_final.pdf

Atlas de la Ciencia. <http://www.atlasdelacienciamexicana.org.mx/>

Becher T. (2001) .Tribus y territorios académicos. La indagación intelectual y las culturas de las disciplinas, España, Editorial Gedisa.

Berrueco A, Marquez D. (2010). El Marco Jurídico del Sistema de Ciencia y Tecnología en El Diseño Institucional de la Política de ciencia y Tecnología en México. Coordinadores Cabrero mendoza, Valadez, Lopez-ayllón. Unam- Cide. pp.133-185.

Bijker W, Hughes T, Pinch T. (1987). The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology, Cambridge The MIT Press.

Blume S. (1974). Towards a political Sociology of Science, Nueva York y Londres: The Free Press / Collier Macmillan Publishers.

Bustamante A. (1989). Frontera México- Estados Unidos: Reflexiones para un marco Teórico. Frontera norte, Vol1 , núm. 1 enero- junio. pp. 7-23.

Catalogo Iberoamericano de Programas y Recursos Humanos en Física. (2013). Academia Mexicana de Física. Recuperado el 26 de Noviembre 2013 de http://www.smf.mx/P_Inicio/index.php?pais=Mexico

Chabat J. (1996). La integración de México al mundo de la posguerra fría: del nacionalismo a la interdependencia imperfecta en Regionalismo y Poder en América: los límites del neorealismo. Coordinadores González Guadalupe y Stevenson Brian. CIDE, México, Porrúa. pp. 231.

Chavez P. (2003). Migración Institucionalizada entre México y Estados Unidos: Una nueva perspectiva en la relación bilateral. Tesis de licenciatura. Universidad de las Américas Puebla.

CONACYT. Acuerdos Inter-institucionales celebrados.
2006-2012.conacyt.gob.mx/.../Cooperacion_Bilateral_Paises.pdf

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/cn16.pdf>

Contreras L, Baquero R, Robles E, Pérez M. (2015). Patrones de Movilidad de los Físicos Mexicanos en el Sistema Nacional de Investigadores. Agosto 2015, VOL. 40 N° 8, Interciencia pp. 525-532.

Contreras L, Robles E, Baquero R, Pérez M. (2013). Panorama de la física en México. Visión de este campo a los 30 años de la creación del Sistema Nacional de Investigadores, México, COMECSO. Pp. 410-420.

CUETO M. (1989). Excelencia científica en la periferia, Lima GRADE.

Dance A. (2012). Authorship: Who's on first? Nature Vol 489, pp 591-593.

Didou S, Etienne G. (2010). El Sistema Nacional de Investigadores, Veinticinco años Después. "La comunidad científica, entre distinción e internacionalización. México *ANUIES*.

Facultad de Ingeniería UNAM. (2013). Universidad Nacional Autónoma de México. <http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/historia03.htm>

Flores V. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. México, D.F. FCCyT. Página 24.
http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/20_sni_final.pdf

FUMEC. Reportes anuales de trabajo.
http://fumec.org.mx/v6/index.php?option=com_content&view=article&id=58&Itemid=434&lang=es

Garza H. (1996). La política Exterior de México: Entre la Dependencia y la Diversificación. Foro internacional, Vol, 36, No.4 (146) Oct- Dec. pp 641-666.

Gerard E, Grediaga R. (2009). ¿Endogamia o exogamia científica? La formación en el extranjero, una fuerte influencia en las practicas y redes científicas, en particular en las ciencias duras. Editores: Didou-Aupetit y Gérard Etienne. Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas. México, ISEALC-CINVESTAV-IRD, p.p. 137-160.

Gómez M, Tormo C. (2010). La Cooperación Internacional para el Desarrollo. Valencia, Editorial de la Universitat Politècnica de València.

González-Brambila C. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. Los Determinantes de la productividad científica: El caso del Sistema Nacional de Investigadores. México, D.F. FCCyT. p.95.

Greiff A. (2014). La norteamericación de la Tecnociencia. En Perspectivas Latinoamericanas en el Estudios Social de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Coordinadores, Kreimer, Vessuri, Velho y Arellano. México: Siglo XXI Editores: Foro Culsultivo Cientifico y Tecnológico. pp.194-2007.

Griffin K. (1991). Foreign Aid After the Cold War. *Development and Change*. Vol 22. Issue 4, pp. 645-658.

Herrera A. (1995). Los Determinantes Sociales de la Política científica en América Latina. *Política científica explícita y política científica implícita*. *Redes* 1995, 2 (5), pp. 3-11.

Herrera O, Santa Cruz A. (2011). *Historia de las Relaciones Internacionales de México 1821-2010*. Tomo 1. Coordinador Vega. México. Secretaria de Relaciones Exteriores.

Hurtado de mendoza D. (2005). Autonomy, even Regional Hegemony: Argentina and the Hard way toward the first reactor (1945-1958) in *Science in Context* 18 (2) pp. 285-308

Hymans J. (2001). Of Gauchos and Gringos: Why Argentina Never Wanted The Bomb, and why America Thought it did. *Security Studies* 10 (2)

Kaplan M. (1981). Las características del nuevo orden político internacional. *Nueva Sociedad*. Nº. 55 Julio-Agosto, pp. 7-24.

Keohane O, Nye J. (1988) *Poder e Interdependencia*. La política mundial en transición. Argentina, Grupo editor Latinoamericano. pp 22

KEOHANE O. (1988). Después de la Hegemonía. Cooperación y Discordia en la Política Económica Mundial. Argentina. Grupo Editor Latinoamericano, pp.74.

Kleiche-Dray M, Villacencio D. (2014). Cooperación, colaboración científica y movilidad internacional en América Latina, Buenos Aires, Clacso/IRD, 272 pp. 9- 22.

Krasner S. (1990). Interdependencia simple y obstáculos para la cooperación entre México y Estados Unidos en Blanca Torres Interdependencia: Un Enfoque útil para el Análisis de Las Relaciones México-Estados Unidos? Pp. 45-61.

Kreimer P. (2006). ¿Dependientes o Integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. Nómadas 24, Abril, pp.199-212.

Kreimer P. (2007). Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología en América Latina: ¿Para Qué?, ¿Para Quién? Redes diciembre. Vol 13, Núm 26. Pp. 55-64

Kreimer P. (2010). Interpretes e Interpretaciones de la Argentina en el Bicentenario. Lugones Gustavo / Flores Jorge (Comp.) Argentina. Editorial Universidad Nacional de Quilmes. pp. 121-136.

Kreimer P. (2011). La evaluación de la actividad científica: Desde la indagación sociológica a la burocratización. Dilemas actuales, Propuesta Educativa, Número 36, Año 20. Nov 2011 – Vol 2 – pp 59 – 77.

Ley de Ciencia y Tecnología.

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf

Ley de Planeación.

http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/59_060515.pdf

Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico.

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4714546&fecha=21/01/1985

Losego P, Arvanitis R. (2008). La ciencia en los países no hegemónicos, *Revue d' Anthropologie des Connaissances* 2008/3, Vol.2, nº3, p. 351-359.

Luna-Morales M. (2012). Determinants of the Maturing Process of the Mexican Research Output: 1980-2009. *Interciencia*. Vol. 37 Nº 10.

Luna-Morales ME, Collazo-Reyes F, Russell JM, Pérez-Angón MA. (2008). Publication and citation patterns of Latin American & Caribbean journals in the SCI and SSCI from 1995 to 2004, *Scientometrics* 75, pp. 145-161.

Malo A. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. México, D.F. FCCyT. Páginas 37 - 45. Recuperado el 27 de Noviembre de 2013 de http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/20_sni_final.pdf

Marmolejo F. (2009) *Redes, Movilidad Académica y Fuga de Cerebros en América del Norte: el Caso de los Académicos Mexicanos*. Editores: Didou-Aupetit y Gérard Etienne. *Fuga de cerebros, movilidad académica y redes científicas*. México, ISEALC-CINVESTAV-IRD, p.p. 101-119.

Marquina M L. (2014). Aportaciones de las Relaciones Internacionales a los Estudios Sociales de la Tecnología. En *Perspectivas Latinoamericanas en el Estudios Social de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad*. Coordinadores, Kreimer, Vessuri, Velho y Arellano. México: Siglo XXI Editores: Foro Culsultivo Cientifico y Tecnológico. pp.154-158.

Martínez F, Palomares A, Piña E. (2004). Los estándares científicos de productividad en la Facultad de Medicina de la UNAM. *Gaceta Médica de México*. Vol. 140 no. 6 nov-dic.

Menchaca A. (2000). *Las Ciencias Exactas en México*. México, DF. Editorial Conaculta, pp.119-143.

Méndez N. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. México, D.F. FCCyT. Página 137. Recuperado el 29 de Noviembre de 2013 de http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/20_sni_final.pdf

Oregioni M, López, M. (2011). La Gestión de la Cooperación Internacional en la Universidad Argentina Cuadernos del CENDES, vol. 28, núm. 76, enero-abril, pp. 49-65.

Payne A. (2003). The Global Transformations Reader: An Introduction to the Globalization Debate. En David Held y Anthony G. McGrew Editores; The Global Transformation Reader 2ª ed. Cambridge R.U. Polity Press pp. 213-222.

PECITIs

<http://www.conacyt.mx/siicyt/index.php/estadisticas/publicaciones/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti>

Peña J, Archundia L. (2010). El Marco Institucional de la Política de Ciencia y Tecnología en México en El Diseño Institucional de la Política de Ciencia y Tecnología en México. Coordinadores Cabrero mendoza, Valadez, Lopez-ayllón. Unam- Cide. pp. 35-122.

Pérez –Tamayo, R. (2010) El Estado y la Ciencia en México: Pasado, Presente y Futuro en Formación y Perspectivas del Estado en México. Coordinadores Hector Fix – Zamudio y Diego Valadez. UNAM- Colegio Nacional. pp 319-349.

Pérez MA, Torres-Vega G. (1998). Perspectivas de la Física Mexicana: 1987-1997. Interciencia 23. pp. 163-175.

Pérez R. (2010). El Estado y la Ciencia en México: Pasado, Presente y Futuro en Formas y Perspectivas del Estado –México- Coordinadores: Hector Fix – Zamudio y Diego Valdez. México, UNAM, Colegio Nacional. pp. 319- 350.

PND 2001 <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>

PND 2007 <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>

PND 2013 <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/compila/pnd.htm>

Prado J. (2006) La Condicionalidad Política de la Cooperación al Desarrollo: Las sanciones a la ayuda internacional. Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid.

RECIO M. (1996). Nuevas perspectivas en la Política de Cooperación al Desarrollo de la Unión Europea. España, Editorial AECI, pp.27

Retana O. (2009). La Institucionalización de la Investigación Científica en México. Breve Cronología. Revista Ciencias. No. 094, Abril UNAM. pp. 46-51.

Rosalba C. (2004). Ciencia, Tecnología y Poder. Elites y Campos de Lucha por el Control de las Políticas. Convergencia- Revista de Ciencias Sociales. UAMEX pp. 79- 104.

Sadosky C. (1975). Investigación científica y dependencia. Revista Transformaciones, Buenos Aires, CEAL, núm. 108. agosto. Pp. 225 -252.

Sánchez G, Ponce A, Gómez B, Romero S, Simone L, Sosa, J. (2014). Cooperación internacional en ciencia, tecnología e innovación: Lineamientos para una política mexicana. México, Editorial Instituto Mora.

Sarukhán K. (2005). Una reflexión sobre el Sistema Nacional de Investigadores a 20 años de su creación. México, D.F. FCCyT. Página 33. Recuperado el 27 de Noviembre de 2013 de http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/20_sni_final.pdf

Schmukler B, Ayala C, Sánchez G. (2008). Cooperación Internacional para el Desarrollo en México. México, Editorial Porrúa.

Smith D, Katz J. (2000). Collaborative Approaches to Research. HEFCE Fundamental Review of Research Policy and Funding.

SRE. Acuerdos Inter-institucionales celebrados por México
<http://coordinacionpolitica.sre.gob.mx/index.php/registro-de-acuerdos-interinstitucionales-r-a-i>

SRE. Búsqueda de tratados
http://proteo2.sre.gob.mx/tratados/consulta_nva.php

Trabulse A. (2010). Historia de la ciencia en México. Ruy Pérez Tamayo (Coordinador). México, D.F. FCE. Páginas 16 – 33.

Verea C, Fernandez de Castro, Weintraub S. (1998). Nueva Agenda bilateral en la relación México – Estados Unidos. Fondo de Cultura Económica-ITAM- Unam.

Vessuri H. (2007). O inventamos o erramos: La ciencia como idea –fuerza en Latinoamérica, Editorial Bernal- Universidad Nacional de Quilmes.

Vijaysree V. (2010). Conventions of Scientific Authorship: Science.
<http://www.sciencemag.org/careers/2010/04/conventions-scientific-authorship>

Villacencio D, Kleiche-Dray M. (2014). ¿Por qué analizar las colaboraciones científicas en el plano internacional? », en Cooperación y colaboración científicas y movilidad internacional en América Latina, Coordinadores Mina Kleiche-Dray y Daniel Villacencio, CLACSO/IRD, Buenos Aires, pp. 253-259.

Vinck D. (2014). Ciencias y Sociedad, Sociología del trabajo científico. España, Editorial Gedisa, pp. 37, 45, 109, 123, 167.

Wagner C. (1998). International Cooperation in Research and Development. Estados Unidos, Critical Technologies Institute.

Yacaman J, Alzati F. (1993). El perfil del SNI y los posgrados de excelencia en México en Ciencia y Desarrollo , México: CONACYT Número 109 Volumen XIX Marzo –abril pp. 28 -46