



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.

UNIDAD IZTAPALAPA.

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES.

**ESTUDIO DE TRES GENERACIONES DE CIENTÍFICOS Y SU
PARTICIPACIÓN EN LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS
MATEMÁTICAS EN MÉXICO. 1912-1961.**

**IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRA EN HISTORIA, PRESENTADA POR:**

TORRES ALEJO ANDREA

ASESOR: DR. FEDERICO LAZARÍN MIRANDA.

LECTORAS: DRA. LUZ ELENA GALVÁN LAFARGA.

DRA. BLANCA GARCÍA GUTIÉRREZ.

V.O. J. Amador

12-DIC-12.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA.

UNIDAD IZTAPALAPA.

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES.

**ESTUDIO DE TRES GENERACIONES DE CIENTÍFICOS Y SU
PARTICIPACIÓN EN LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS
MATEMÁTICAS EN MÉXICO. 1912-1961.**

**IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRA EN HISTORIA, PRESENTADA POR:**

TORRES ALEJO ANDREA

ASESOR: DR. FEDERICO LAZARÍN MIRANDA.

LECTORAS: DRA. LUZ ELENA GALVÁN LAFARGA.

DRA. BLANCA GARCÍA GUTIÉRREZ.

12-DIC-12.

*A MI HIJO IDIR
ALEKSÉI,
QUIEN LLEGÓ A
CAMBIAR
TODA MI VIDA
Y A LLENARLA
DE FELICIDAD.*

ÍNDICE.

Introducción.....	1
Capítulo 1. La ciencia como nuevo objeto de estudio en el análisis histórico.....	10
1.1 Una revolución historiográfica en la historia de la ciencia	17
1.2 Algunas discusiones actuales en torno a la historiografía de la ciencia	21
1.3 Una propuesta de estudio en la historia de la ciencia mexicana.....	29
Capítulo 2. La política de fomento a la investigación científica. 1910-1960.....	38
2.1 Hacia la transformación del país. Ciencia y Política.....	39
2.2 Los años treinta. Intensificación de las políticas científicas.....	52
2.3 El crecimiento económico mexicano y el impulso de la ciencia como elemento en el desarrollo de la nación 1940-1960.....	59
Capítulo 3. Estudios de las ciencias exactas en México: la conformación de las redes científicas durante la primera mitad del siglo XX.....	71
3.1 EL análisis de las redes científicas en México.....	71
3.2 La conformación de las redes científico-sociales.....	79
Capítulo 4. La institucionalización de la Física y las Matemáticas en México. Una red científico-social durante la primera mitad del siglo XX.....	91
4.1 Una red científica mexicana 1912-1961.....	92
4.2 Las instituciones.....	113
Conclusiones.....	143
Bibliografía.....	147

ESTUDIO DE TRES GENERACIONES DE CIENTÍFICOS Y SU PARTICIPACIÓN EN LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS EN MÉXICO. 1912-1961.

INTRODUCCIÓN.

Desde hace medio siglo, algunos historiadores se han acercado al análisis de la historia de la ciencia. Con sus estudios, se ha abierto el campo a figuras, instituciones, comunidades y países antes excluidos.¹ Los trabajos realizados por los estudiosos dedicados al tema, han arrojado interesantes resultados historiográficos. En este sentido, Elías Trabulse afirma: *“la historia de la ciencia [...] debe ser estudiada y valorada como un todo sin rupturas, un todo permanente que ha actuado siempre sobre el agitado fondo de nuestra historia social y política.”*²

Por esta razón, surge el interés por acercarse a los temas relacionados con la historia de la ciencia en general y la ciencia mexicana en particular, ello a partir de finales del siglo XIX, cuando un grupo de intelectuales interesados en la práctica científica promovieron la institucionalización de la ciencia, hecho que se vio reflejado en la adopción de la educación científico-positivista en el nivel medio superior con la creación de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) en 1867 y posteriormente en el nivel superior cuando se fundó la Universidad

¹ TRABULSE, Elías “En búsqueda de una ciencia mexicana”, en: Juan José Saldaña, *Introducción a la teoría de la historia de las Ciencias*, México, UNAM, 1989, p. 317.

² *Ibíd.*

Nacional de México (UNM) y la Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE) en 1910.³

Así, el análisis de la comunidad científica mexicana⁴ y de su contribución al proceso de institucionalización de la física y las matemáticas en el país, justifica la importancia de analizar los factores y hechos que permitieron que algunos hombres de la época se vincularan con el conocimiento científico y por tanto, con el desenvolvimiento de estas dos disciplinas lo que originó - aunque de manera paulatina-, la institucionalización de las ciencias exactas y por ende la investigación, promoción y difusión de las mismas. Analizar este proceso nos lleva a la búsqueda de temas y grupos sin historia como objetos de estudio, nos conduce al descubrimiento de las diferencias individuales y colectivas. Este hecho, de acuerdo con Luz Elena Galván afecta también las estrategias de investigación de los historiadores, en lo que se refiere tanto a sus hipótesis y métodos, como a sus fuentes.⁵

³ A partir de 1867, el movimiento intelectual que hacía referencia a los postulados de la ciencia fue abanderado por Gabino Barreda, quien se inspiró en la teoría positivista de Augusto Comte, para adaptarla a las necesidades del país con el fin de encaminarlo hacia la modernización.

⁴ Con esto no se quiere decir que antes de la adopción de la educación científico-positivista en la ENP, no haya existido una comunidad científica; por el contrario, la ciencia está presente en México desde el periodo mesoamericano y de acuerdo con la perspectiva occidental desde la época colonial, prolongándose durante el siglo XIX, pese a las convulsiones políticas, sociales y económicas que se presentaron en el país. Es a partir de finales de este siglo y sobre todo durante el porfiriato que la ciencia se va a consolidar como el estandarte de la modernización y el progreso.

⁵ GALVÁN Lafarga, Luz Elena, "Debates, enfoques y paradigmas teóricos", en: Luz Elena Galván, Susana Quintanilla y Clara Inés Ramírez González, (coords), *Historiografía de la educación en México*, México, Consejo Mexicano e la Investigación Educativa, 2003, p.86.

El periodo de análisis de este estudio va del año 1912 cuando el profesor Sotero Prieto Rodríguez dio el primer curso de Matemáticas Superiores en México en la ENAE; la investigación concluye en el año de 1961 cuando por decreto presidencial fue fundado el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), desde sus inicios esta institución se ha dedicado al desarrollo de la ciencia y la tecnología y la enseñanza de posgrados en ciencias exactas.

Para poder reconstruir nuestro proceso histórico, será necesario acudir a la historia social de la ciencia como elemento para comprender cómo se ha: *“constituido la cultura científica, las comunidades, el ethos científico que nos es particular, las escuelas de pensamiento, los mecanismos sociales de valoración del trabajo científico, las instituciones, las políticas de fomento, los establecimientos de enseñanza, justificaciones políticas y otros aspectos sociales de gran importancia, ya que echan luz sobre las opciones del presente.”*⁶

El objetivo principal de esta investigación es reconstruir las relaciones establecidas por un grupo de científicos mexicanos de 1912 a 1961 y dar respuesta a la siguiente hipótesis: el apoyo, participación y cooperación de los intelectuales interesados tanto en la física como las matemáticas, entre ellos el profesor Sotero Prieto, sus alumnos y posteriormente los alumnos de éstos, inició el proceso de institucionalización estas ciencias exactas, lo cual desembocó en la conformación de la comunidad científica y a la integración de las redes científico-sociales dedicadas a su estudio, promoción y difusión.

⁶ SALDAÑA, Juan José, *Op,Cit*, p.17.

En el grupo de científico que hemos analizado podemos mencionar los siguientes nombres: Sotero Prieto Rodríguez, Ricardo Monges López, Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Mariano Hernández, Nabor Carrillo Flores, Carlos Graef Fernández, Alfredo Baños, Marcos Moshinsky, Alberto Barajas, Ruth Gall, Fernando Alba Andrade, Marcos Mazari, Jaime Lifshitz, Manuel Cerillo.

Para reconstruir esta red se hará referencia al contexto social, político, económico y cultural de la sociedad mexicana de ese tiempo, elementos que son parte integral del desarrollo del tema a analizar tal y como lo propone la visión externalista del análisis de los procesos científicos. Esta postura hace referencia de la importancia que tiene tomar en cuenta el contexto social en el cual se desarrollan los avances y progresos de las comunidades científicas y por ende de la ciencia. No obstante, la perspectiva internalista de igual manera va a ser de gran utilidad ya que con su ayuda podrá ser posible comprender hasta qué punto la comunidad de científicos mexicanos que deseo estudiar comprendían o entendían lo qué era la ciencia de su tiempo.⁷

En los siguientes capítulos, se seguirá la pista a este grupo de científicos mexicanos y sus esfuerzos por lograr institucionalizar las ciencias exactas en el país, lo que en palabras de Bruno Latour es partir de:

⁷ Aquí es importante aclarar que cuando hablo de “científico” no me estoy refiriendo al estereotipo común que tenemos del mismo; es decir, del estudioso con bata blanca y encerrado, en su laboratorio. Hago referencia a un grupo de intelectuales mexicanos quienes de acuerdo a su contexto histórico se acercaron e impulsaron el conocimiento científico en el país, para el caso de mi análisis el interés por la física y las matemáticas y su preocupación por impulsarlas y desarrollarlas.

[...] los productos finales a la producción, de objetos estables 'fríos' a objetos inestables y más 'calientes'. en lugar de encerrar los aspectos técnicos de la ciencia en una caja negra y buscar luego sus prejuicios e influencias sociales [...] con este sencillo método sólo tenemos que seguir a los mejores guías, los propios científicos, en sus esfuerzos por cerrar una caja negra y abrir otra. esta postura relativista y crítica no la imponemos nosotros a los científicos que estudiamos; es lo que los propios científicos hacen, al menos en la ínfima parte de la tecnociencia en la que trabajan.⁸

Los cambios historiográficos y la apertura de los historiadores a los temas relacionados con la ciencia, han hecho posible el surgimiento del análisis de nuevos actores históricos y sociales; es decir, ha sido posible tomar al "científico" como un nuevo protagonista en nuestra historia. En los años ochenta del siglo pasado, en la historiografía de la ciencia se dio un importante cambio en las formas de interpretación de los procesos científicos. Con el paso de los años, esta apertura interpretativa ha tenido como resultado la generación de estudios que han tomado como eje de análisis el aspecto social e incluso cultural de la ciencia:

Durante las últimas décadas aumentó notablemente el interés por la función de la ciencia y de la técnica en las transformaciones de la sociedad y, con rasgos específicos en la latinoamericana. Esto explica, por lo menos en parte, la multiplicación de estudios sobre el tema, aunque casi siempre con particular énfasis sobre los aspectos económicos. Se discuten sus implicaciones, se examinan sus consecuencias, se evalúan los medios y los recursos necesarios para estimular dichas actividades [...] se advierten, desde luego, rezagos y obstáculos. [...] Estos problemas constituyen un preocupante desafío y reclaman explicaciones, y estas no pueden dejar de ser complejas. Hoy, además de los aspectos económicos, interesan otros factores condicionantes; así los políticos, sociales, jurídicos, éticos, culturales, etc.-

⁸ LATOUR, Bruno, *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Traducción de Eduardo Aibar, Roberto Méndez y Estela Ponisio, Barcelona, Editorial Labor, 1992, p. 21. Resulta muy interesante el uso que este autor da al término de abrir o cerrar la "caja negra", ya que hace referencia a aquellos que se sabe de la labor científica es decir lo que hay antes y el producto final, más no así todo que hay al interior del proceso, de allí que el análisis social de la ciencia ayude a desentrañar estos misterios.

*que pasan a desempeñar un cometido preponderante en toda reflexión seria al respecto.*⁹

Con esta nueva perspectiva se debe decir que los estudios sobre las ciencias¹⁰ no resultan ser un monolito, más bien, los debemos entender como la conjunción de toda esta serie de factores que nos ayuden a obtener una visión más completa de lo que ha venido pasando con la ciencia y el impacto que ésta ha tenido en vida social.

En varias partes del mundo, los historiadores se han acercado a los análisis científicos y en este aspecto debemos mencionar que en América Latina no encontramos la excepción.¹¹ En el caso de México, hay que decir que hasta el momento se han logrado importantes avances en la historiografía de las ciencias; aunque, si bien es cierto que ya se cuenta con un buen número de aportaciones originales, prevalece todavía una nutrida cantidad de asuntos particulares que no han sido reclamados para su estudio.¹² Posiblemente, esto sea consecuencia de la presencia de algunos obstáculos con los que los historiadores de las ciencias podemos llegar a enfrentarnos, entre ellos hay que

⁹ WEINBWERG, Gregorio, *La ciencia y la idea del progreso en América latina, 1860-1930*, 2da edición revisada, corregida y actualizada, Argentina, Fondo de Cultura Económica, 2005, (Sección de obras de historia), p. 11.

¹⁰ Se prefiere utilizar el término historia de “las ciencias” ya que éste permite una comprensión de las diversas disciplinas que componen el entramado científico, el término ciencia podría entenderse, desde nuestra perspectiva como el producto final de las actividades realizadas por los científicos de cada una de esas disciplinas.

¹¹ En los últimos años, diversas universidades latinoamericanas han hecho grandes esfuerzos por consolidar los estudios en historia de la ciencia, los investigadores incorporados a ellas han realizado importantes contribuciones en este campo de estudio, sobre todo desde una perspectiva social. Algunos ejemplos que podemos mencionar sobre estas instituciones son: La Universidad Nacional de San Martín, en Argentina; La Pontificia Universidad Católica de Chile; la Universidad de Puerto Rico, el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas; entre otros.

¹² DOMÍNGUEZ Martínez, Raúl, *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963*, México, Centro de estudios sobre la Universidad-Plaza y Valdés, 2000, p. 14.

mencionar los de índole metodológica al igual que los problemas conceptuales propios de la ciencia que pueden derivar en una falta de comprensión del ejercicio científico. Otro problema es también el de las fuentes, ya que es muy común encontrar dificultades en la localización del material tanto primario como secundario para la reconstrucción de tema a investigar.

La metodología utilizada en esta tesis se basó principalmente en el uso de las redes sociales; su utilización fue muy importante ya que nos permitió ver los vínculos establecidos entre los científicos y poder entenderlos como una colectividad intelectual y no como agentes aislados del resto de la sociedad. Quiero establecer qué tipo de interacciones se dieron entre el ya mencionado profesor Prieto –quien se tomará como el ego principal del cual partirá la red- y los alumnos que éste formó tanto en la ENP, así como en algunos casos en la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI) y finalmente, la relación que ellos tuvieron con la siguiente generación de estudiantes formados en ciencias. El uso de la teoría de las redes se ha complementado con la teoría de las generaciones propuesta por José Ortega y Gasset, primero en 1920 y posteriormente en 1933 en una serie de cursos impartidos en el Instituto de Humanidades de la Universidad de Madrid. Cabe destacar que el uso generacional, no se ha aplicado de manera generalizada en las investigaciones históricas; es decir, sólo pocos temas han sido reconstruidos desde esta perspectiva metodológica, en nuestro país sólo Luis González y Enrique Krauze lo han utilizado.

El método prosopográfico es otra herramienta que me ha ayudado a complementar la reconstrucción de mi red científico-social, debido a que ha

sido necesario tener un acercamiento general de la forma en la cual se estructuraron las relaciones y conexiones entre los individuos que conformaron la comunidad científica mexicana en torno a las ciencias exactas.

Hay que destacar que las redes –no necesariamente de carácter científico– se han establecido en diversas partes del mundo y han funcionado como uno de los principales elementos en la difusión del conocimiento desde el punto de vista de la historia de la educación, intelectual o de las ideas.¹³

Mi interés no es hacer una comparación entre las redes extranjeras y las mexicanas sino más bien, comprender cómo es que a pesar de la distancia y de las diferencias en el contexto político, económico, social y cultural en México, se logró la propagación del conocimiento científico a través de una red, misma que fue propiciando la institucionalización de la ciencia a través de las sociedades científicas o de instituciones especializadas como las universidades o institutos de investigación científica, pero también, con el apoyo de políticas públicas para el fomento de la ciencia.

La tesis está dividida en cuatro capítulos. En el primero de ellos se ha realizado una reflexión sobre la aparición de los estudios en historia de la ciencia, destacando algunas de las posturas y exponentes más relevantes dentro de su epistemología, de igual manera, se presenta un análisis sobre la historia de la ciencia en México.

¹³ En historia la metodología de las redes como sistemas de intercambio y/o conexión ha funcionado muy bien para diversos temas de estudio, por ejemplo temas que tengan que ver con la política, las familias, los intelectuales, relaciones económicas e incluso las empresariales, entre otros.

En el capítulo 2 se analizó la política de fomento a la investigación científica; es decir, el desarrollo del conocimiento científico no desde el punto de vista de la propia comunidad científica sino más bien desde una perspectiva de índole política y de esta forma ver los intereses de la élite gobernante hacia el desarrollo de la ciencia.

En el capítulo 3 se hace un balance historiográfico sobre los trabajos que existen al respecto del tema de las redes científicas en México. Hacer este ejercicio de reflexión fue de vital importancia ya que se constató que son muy pocos los trabajos que abordan a los científicos mexicanos desde una perspectiva de redes, sobre todo para el siglo XX.

En el capítulo 4 se reconstruye la red científico-social mexicana de 1912 a 1961. En este apartado se especifica cómo fueron tejiéndose las relaciones entre nuestros individuos a lo largo de tres generaciones. El establecimiento de las relaciones y vínculos se ejemplificarán con la esquematización de diversas redes las cuales fueron construidas con ayuda del programa Ucinet.

Finalmente, quiero agradecer a la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa a través de su posgrado en Humanidades en la Línea de Historia el haberme permitido abordar esta investigación. Agradezco también al Dr. Federico Lazarín Miranda por haberme guiado durante estos dos años, por sus comentarios, por haberme tenido mucha paciencia y por ayudarme a confiar cada vez más en mi capacidad como historiadora. A mis lectoras la Dra. Luz Elena Galván Lafarga y a la Dra. Blanca García, gracias por su apoyo.

Gracias también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría.

CAPÍTULO 1. LA CIENCIA COMO NUEVO OBJETO DE ESTUDIO EN EL ANÁLISIS HISTÓRICO.

Los trabajos sobre temas de carácter científico pueden ser tomados como un nuevo planteamiento para la elaboración de estudios históricos. Estas investigaciones nos ayudan a la comprensión y el análisis de los procesos por los cuáles la ciencia se ha venido desarrollando a lo largo de su existencia; no sólo en el sentido de la enunciación de teorías y leyes que ayudan a explicar los fenómenos naturales sino también como el elemento clave para comprender las formas de proceder de la comunidad científica. De ahí que algunos de los principales objetos de estudio y de análisis sean aquellos relacionados con las comunidades científicas, la biografía de algún científico particular o los descubrimientos que han impactado en el mundo, no sólo en la actualidad, sino desde tiempos más lejanos.

El análisis histórico, de alguna manera, se ha convertido en una pieza fundamental para la comprensión del conocimiento y que hacer científico esto ha provocado una importante revolución historiográfica en este campo de estudio ya que de acuerdo con Thomas S. Kuhn:

Los historiadores de la ciencia han comenzado a plantear nuevos tipos de preguntas y a trazar líneas de desarrollo científico distinto y a menudo escasamente acumulativas. Por el contrario, en lugar de buscar las contribuciones permanentes de una ciencia antigua a nuestro estado

*presente, tratan de mostrar la integridad histórica de esa ciencia en su propia época.*¹⁴

Esta forma de ver a la historia de la ciencia fue muy novedosa y polémica, sobre todo porque la mayoría de los trabajos producidos prevenían de parte de la propia comunidad científica; es decir, realizados por científicos y para científicos.

Es importante mencionar que el avance de la ciencia occidental ocurrió con el surgimiento de la Revolución Científica de mediados del siglo XV hasta finales del siglo XVII, momento en el cual:

*El estudio del mundo físico se independizó de la escolástica, y la actividad científica se volvió laica y comenzó a profesionalizarse. La observación sistemática y la experimentación se convirtieron en herramientas indispensables del proceso de investigación, y así se superó la etapa en que la especulación filosófica era considerada como la única actividad válida para hacer ciencia.*¹⁵

Con ello se lograron importantes avances en diversas ciencias tanto exactas como naturales y es a partir de entonces cuando la experimentación se convirtió en el instrumento principal para el desarrollo de la ciencia. Con la adopción de este nuevo proceso de investigación, se favoreció notablemente la generación de nuevos conocimientos.

Para el siglo XVIII y sobre todo durante el siglo XIX, el desarrollo científico ya era un hecho. La ciencia se vinculó de inmediato con la tecnología

¹⁴ KUHN, Thomas Samuel, *La estructura de las revoluciones científicas*, nueva traducción e introducción de Carlos Solís, 3ª edición, México, Fondo de Cultura Económica, 2006, (Breviarios del Fondo de Cultura Económica 213), p.60.

¹⁵ MORENO Corral, Marco Arturo, *Las ciencias exactas en México. Época colonial*, México, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, 2007, p. 15.

y a su vez estos dos fueron relacionados con la idea del progreso.¹⁶ A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, el quehacer científico manifestó un avance sorprendente, un ejemplo de ello lo encontramos en la física ya que la aplicación práctica de sus teorías en la maquinaria y las industrias, transformaron notablemente la vida cotidiana de las personas. En este proceso denominado como la segunda Revolución Científico-Industrial, se presentaron avances en los transportes, la energía, la medicina, las comunicaciones, la industria o los servicios.¹⁷

La ciencia ocupaba entonces un lugar predominante en la vida sociocultural de la civilización, pero además se convirtió en el objeto de estudio de muchos intelectuales de la época, principalmente de los filósofos. Es precisamente a ellos a quienes debemos los primeros trabajos sobre la historia de la ciencia. Para estos estudiosos lo más importante era comprender la naturaleza general de la práctica científica; esto es, cómo se fueron desarrollando y evaluando las teorías científicas. A su vez, se cuestionaban si la ciencia sería capaz de descubrir la verdad sobre los procesos de la naturaleza.

¹⁶ Para Robert Nisbet, la idea del progreso se puede ver de dos formas, por un lado está la teoría de que el progreso consiste en el lento y gradual perfeccionamiento del saber en general, de los diversos conocimientos técnicos, artísticos y científicos, el carácter intrínseco del conocimiento científico consiste en avanzar, mejorar y perfeccionar. Por otro lado, se encuentra la teoría que se centra en la situación moral o espiritual del hombre en la tierra; es decir el perfeccionamiento de la naturaleza humana. Para más detalles sobre este tema véase: NISBET, Robert, *Historia de la idea del progreso*, Barcelona, Gedisa, 1981, 494 p.

¹⁷ Este aspecto es muy interesante e invita a los historiadores a reflexionar no sólo sobre la historia de la ciencia sino también del desenvolvimiento tecnológico. Véase por ejemplo: EDGERTON, David, *Innovación y tradición: Historia de la tecnología moderna*, Madrid, Crítica, 2007, 346 p.

Los trabajos filosóficos generaron una importante epistemología de la ciencia, en el sentido estricto de cómo se había venido haciendo la ciencia, ejemplo tenemos a Émile Meyerson (1859-1933), Arthur O. Lovejoy (1873-1962), Alexandre Koyré (1892-1964) y Karl Popper (1902-1994), entre otros.

Para poder comprender cómo han sido los estudios en historia de la ciencia, a continuación haremos mención de algunos de los exponentes más importantes en este campo de estudio.

Uno de los primeros historiadores en interesarse en este tema fue el belga George Sarton (1884-1956) quien al residir en los Estados Unidos comenzó con la publicación de la primer revista internacional de historia de la ciencia titulada: *Isis*, Revista dedicada a la historia de la ciencia¹⁸. Sarton la veía como: *“la historia de la perenne lucha contra los errores, las supersticiones, los crímenes del espíritu”* y al mismo tiempo la historia del *“crecimiento de la tolerancia y de la libertad del pensamiento”*.¹⁹ Lo más importante del pensamiento de este intelectual, es el hecho de que hacer historia de la ciencia, era un asunto interdisciplinario en donde tanto los científicos como los filósofos e historiadores pudieran reflexionar.

Robert King Merton (1910-1996) contribuyó con grandes aportaciones historiográficas, es considerado como el fundador de la corriente de la sociología de la ciencia, para él los ataques y manifiestos en contra de la ciencia condujo a los científicos a reconocer su dependencia a tipos particulares de la

¹⁸ El título original apareció en francés: *Isis: review consacrée à l'histoire de la science*.

¹⁹ Citado en: EDGERTON, David, *Op, Cit*, las cursivas son mías.

estructura social, se vieron obligados a tomar conciencia de sí mismos, como elementos que forman parte de la sociedad y que tiene obligaciones e intereses.²⁰ Esto lo llevó a analizar la institucionalización de la ciencia y las relaciones de la ciencia con el poder político y militar.²¹ Para este intelectual el contexto social en el cual se va gestando el conocimiento científico es determinante, por ello es necesario tomarlo en cuenta al momento de estudiar el rol que los científicos están destinados a desempeñar.

El ruso Alexander Koyré, es otro gran representante dentro de la historiografía científica, a él se le considera como el padre de la historia de la ciencia actual, ya que de acuerdo con Kuhn con él esta disciplina alcanza su madurez, puesto que:

[...] denuncia el anacronismo. La exigencia de la contextualización de científicos y teorías en su entorno cultural, olvidando nuestros conocimientos actuales. El consiguiente análisis conceptual y de la 'estructura de pensamiento' del problema y autor estudiados, más allá incluso de la crítica de Metzger. La esencial unidad del pensamiento científico y filosófico. La prioridad de las transformaciones filosóficas en las revoluciones científicas. Todos estos elementos se ilustran y ponen de manifiesto en los estudios que lleva a cabo Koyré del Renacimiento y la Revolución Científica, y constituyen el marco y apoyo de sus notas críticas al inductivismo y al positivismo.²²

El pensamiento de Koyré es muy importante dentro de la historiografía científica ya que con él se plantea por primera vez la idea de que el conocimiento científico es relativamente momentáneo; es decir, que el hombre – en este caso el científico-, al estar constantemente en la búsqueda de la verdad

²⁰ Véase: MERTON, Robert, King, *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1977, 2 v.

²¹ EDGERTON, David, *Op, Cit*, p. 118.

²² KUHN, Thomas Samuel, *¿Qué son las revoluciones científicas y otros ensayos?*, traducción de José Romo Feito, Introducción de Antonio Beltrán, España, Paidós, 1989, pp. 11-12.

va produciendo la evolución del conocimiento, hipótesis que trataría de demostrar con sus estudios sobre Galileo, Pascal, Descartes, Leibniz y Newton. Su postura provocó que los positivistas europeos, sobre todo de Sarton y Aldo Mieli (1879-1950), se pusieran en su contra debido a que el enfoque historiográfico de Koyré tenía más que ver -en opinión de ellos- con una postura anti-intelectualista y anti-positivista, ya que rechazaba la teoría de la acumulación de datos y del conocimiento científico a través de la observación y la experimentación.

No obstante, pese a las fuertes críticas, el pensamiento de Koyré influyó notablemente en diversos estudiosos y el más destacados de ellos fue precisamente Thomas Samuel Kuhn quien es considerado como uno de los intelectuales más importantes dentro de la teorización sobre los estudios de historia de la ciencia, a partir de la segunda mitad del siglo XX, como se verá más adelante.

Sin embargo, es indispensable tomar en cuenta que la propuesta de Koyré -y la posterior reafirmación de Kuhn sobre la misma-, tiene que ver con un proceso de análisis en el cual, los estudiosos interesados en el desarrollo de la ciencia deben tomar en cuenta el punto de vista de su relación con el medio socio-cultural, económico y político en el cual se desarrolla y no necesariamente desde el interior de la propia comunidad científica.

La ciencia es indudablemente una actividad humana y en algunos casos, deja una huella imborrable en el pensamiento colectivo de una sociedad.²³ De acuerdo con Rodolfo Rodríguez Rodríguez, este aspecto de la ciencia hace que ésta se pueda ver como un producto cultural, que va trascendiendo las fronteras de cultura particular que las vio nacer, convirtiéndose en cúmulos de principios y leyes transculturales e inclusive es posible decirse de carácter universal.²⁴

Sin embargo, debemos tener presente que el concepto de ciencia de nuestra época, no es el mismo que se tenía en otras épocas de la historia. Como bien argumenta el propio Rodríguez: *“hay mucha diferencia entre las visiones científicas del mundo de un Aristóteles, un I. Newton y un W. Heisenberg. Por ello los distintos conceptos de la ciencia sólo se pueden dilucidar descubriendo su contexto histórico”*.²⁵ Este aspecto es muy importante para el historiador de la ciencia, ello le permitirá comprender los procesos de cambio y continuidad en el desarrollo científico de una determinada sociedad en un específico lapso histórico y poder reconstruir de una manera más aproximada su objeto de estudio ya sea una biografía, el análisis de una comunidad científica, el desarrollo de una disciplina específica, etc.

UNA REVOLUCIÓN HISTORIOGRÁFICA EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA.

²³ Con esto me refiero por ejemplo a los avances para mejorar la calidad de vida como podría ser en el caso de la medicina, o de la comprensión del mundo que nos rodea con la ayuda de la Física o la Química, por mencionar algunos elementos.

²⁴ RODRÍGUEZ Rodríguez, Rodolfo J, “Historia de la ciencia”, en: http://ccognoscitiva.iespana.es/rrr_historiac.pdf, 1-nov-2010, p. 1.

²⁵ *Ibidem*, p. 4.

A inicios del siglo XX, la ciencia y los conocimientos científicos se encontraban ya consolidados en el panorama mundial. La teoría científica cobraba mayor importancia, sobre todo a partir de los postulados matemáticos que se convirtieron en la base para la interpretación de los fenómenos observables. La física fue una de las ciencias que tuvo un importante crecimiento sobre todo a partir del descubrimiento de la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein (1879-1955), la Teoría Cuántica de Max Plank (1858-1947) o la Radiactividad de Iréne Joliot Curie (1897-1956), que sentaron las bases para el desarrollo de los estudios atómicos y la radiactividad, con los cuales fue posible generar los armamentos nucleares.

La aparición de la física nuclear provocó que después de la Segunda Guerra Mundial y sobre todo con los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki el 6 y 9 de agosto de 1945, respectivamente, la función social de la ciencia se pusiera en entredicho.²⁶ El mundo se polarizó en dos bloques económicos encabezados por los Estados Unidos y las URSS y luego se sucedió la Guerra Fría.

Bajo este contexto, en 1962 el físico Thomas Samuel Kuhn publicó su obra titulada *La estructura de las revoluciones científicas*, texto que sin duda alguna, cambió la concepción de los estudios e interpretaciones sobre la historia de la

²⁶ Fue el presidente Harry Truman quien dio el orden del lanzamiento de las bombas su petición se dio a través de la Declaración de Postdam, de acuerdo con ésta Japón sería despojado de sus posesiones y sus dirigentes serían procesados y condenados; además de que se impondría el pago de indemnizaciones y soportar la ocupación aliada. Alguna de la bibliografía recomendada sobre este tema: LAITREILLE, André, *La segunda guerra mundial*, Madrid, Guadarrama, 1968, 2 volúmenes; AGUIRRE, José Fernando, *La segunda guerra mundial*, 2 volúmenes prólogo de Arnold Toynbee, 2ª edición, Barcelona, Argos, 1964; BAUER, Eddy, *Historia controvertida de la segunda guerra mundial.1939-1945*, Madrid, Riap, 1967, 4 volúmenes; entre otros.

ciencia. Kuhn–siguiendo los postulados de Koyré– propuso reconstruirla no desde el punto de vista de la acumulación de descubrimientos o de las invenciones individuales, mucho menos como una cuestión propagandística que genera un “*estereotipo ahistórico, extraído de los textos de ciencia*”²⁷. Para él, la ciencia no era un proceso acumulativo-lineal, por ello propuso estudiarla a través de rupturas, lo que él denominaba discontinuidades en el desarrollo de la ciencia, en otras palabras: “*las revoluciones científicas*”. Con base a esta teoría entabló una discusión con los positivistas que veían al desarrollo científico como un conjunto de reglamentaciones que regían el saber humano, por lo que el único conocimiento verdadero era aquel que se producía a través de la ciencia y el método científico; también lo hizo con el neopositivismo o positivismo lógico propuesto por el Círculo de Viena abanderado por Johan Craidoff y Moritz Schlick (1882-1936).²⁸ Estos intelectuales consideraban a la filosofía como la única disciplina encargada de distinguir lo que era y no ciencia. Escribieron sus teorías en la revista “*Conocimiento*” y para 1929 publicaron un manifiesto al que titularon “*Visión Científica del Mundo*”, cuyo objetivo era lograr una ciencia unificada, esto es: “*lograr conciliar los resultados de los investigadores individuales con los demás campos de la ciencia, se debe realizar un trabajo colectivo, una comprensión intersubjetiva; la búsqueda hacia un sistema formal*

²⁷ KUHN, Thomas Samuel, *La estructura de las revoluciones científicas*, nueva traducción e introducción de Carlos Solís, 3ª edición, México, Fondo de Cultura Económica, 2006, (Breviarios del Fondo de Cultura Económica 213), p.57.

²⁸ Su nombre completo fue Círculo de Viena para la concepción científica del mundo, surgió en el año de 1922 y se disolvió en 1936, cuando el nazismo ascendió en Austria, Schlick fue asesinado por un estudiante austriaco y los demás miembros del Círculo escaparon a otros países, principalmente a los Estados Unidos desarrollando su filosofía pero ya de manera individual. Datos tomados de: www.vienayo.com/wp-content/uploads/2001/10/manifiesto.pdf. 25-Ene-12.

*neutral, es decir, un simbolismo liberado de las cenizas del lenguaje histórico; y la búsqueda hacia un sistema total de conceptos”*²⁹

Una crítica más que hizo Kuhn a la epistemología de la ciencia fue a la de Karl Popper, quien había planteado en 1935 la teoría de la falsación en su obra *La lógica de la investigación científica*.³⁰ Para Kuhn, la aparición de una nueva teoría representaba una anomalía –o nuevo descubrimiento por parte del científico- dentro la ciencia normal, entendida ésta como: “*la investigación basada firmemente en uno o más logros científicos pasados, logros que una comunidad científica reconoce durante algún tiempo como el fundamento de su práctica ulterior.*”³¹ Las anomalías encontradas dentro de los paradigmas establecidos eran precisamente las que daban paso a las revoluciones científicas y a su vez el nuevo conocimiento producido se incorporaba a la ciencia normal.

²⁹ *La concepción científica del mundo*, en: www.vienayo.com/wp-content/uploads/2001/10/manifiesto.pdf. 25-Ene-12.

³⁰ Ésta consiste en contrastar una teoría; es decir, refutarla mediante un contraejemplo, en otras palabras, Popper rechaza la idea de la verificación científica como un método que valide a las teorías, para él es necesario adoptar una metodología científica de conjetura mediante la cual se puedan deducir las consecuencias observables y puedan ser puestas a prueba, si la consecuencia falla entonces las hipótesis deben ser rechazadas, por el contrario si sobrevive a una primera prueba, ésta debe ser de nueva cuenta sometida y si lo logra en varias ocasiones, entonces será aceptada. POPPER, Karl Raimund, *La lógica de la investigación científica*, traducción de Víctor Sánchez de Zavala, 4ª reimpresión, Madrid, Editorial Tecnos, 1977, 451 p. Es importante destacar que la teoría falsacionista de Popper fue evolucionando, pasando por el falsacionismo dogmático hacia el falsacionismo ingenuo para poder llegar finalmente al falsacionismo sofisticado. Para más detalle véase: LAKATOS, Imre, *La metodología de los programas de investigación científica*, editado por John Worrall y Gregory Currie, versión española de Juan Carlos Zapatero, revisión de Pilar Castrillo, Madrid, Alianza editorial, 1989, 315 p.

³¹ KUHN, Thomas S., *Op,cit*, p. 70.

Otro aspecto muy interesante en el pensamiento de Kuhn es el que hacía referencia a las visiones internalista y externalista de la ciencia.³² Entendida la primera, como el análisis de la ciencia desde el interior de la comunidad científica; mientras que el segundo concepto hace referencia a los contextos económicos, políticos, sociales y culturales de la producción del conocimiento científico. Esta propuesta analítica es muy interesante ya que aporta una visión más social en los estudios sobre historia de la ciencia. En cierta forma, creo que esta visión ha tenido un mayor impacto en las ciencias sociales de los años setenta a nuestros días, en donde se ha considerado que el contenido del conocimiento científico debe entenderse en términos sociológicos. Como representantes de esta postura podemos mencionar a algunos miembros de la Escuela de Edimburgo; entre ellos, Barry Barnes, David Bloor y Steve Shaping y de igual manera a algunos intelectuales pertenecientes a la Escuela de París como Bruno Latour y Michael Callon.³³

No obstante, es importante mencionar que no existe un acuerdo común en cuanto a la epistemología de la ciencia y mucho menos de la forma en cómo abordarlo, lo que ha dado lugar, al surgimiento de numerosos debates en torno a la historia de la ciencia.

³² Para más detalle sobre este tema véase: KUHN, Thomas S., *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, 380 p.

³³ Para más detalle sobre las actuales interpretaciones en la historia de la ciencia véase: BARNES, Barry, (et, al), *La explicación social del conocimiento*, traducción de Adriana Sandoval, compilación e introducción de León Olivé, 2ª edición, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1994 (Colección Filosofía Contemporánea), 372 p.

ALGUNAS DISCUSIONES ACTUALES EN TORNO A LA HISTORIOGRAFÍA DE LA CIENCIA.

Con el avance de las investigaciones en historia de la ciencia y con impacto posterior de las tesis de Kuhn, ésta se ha convertido en un torbellino de discusiones, de divergentes puntos de vista, en torno a las tradiciones intelectuales, los métodos de indagación y reflexión entre los propios científicos, los filósofos, los sociólogos y los historiadores. En este sentido, el historiador de la ciencia tiene que identificarse y tomar posición en el seno de las corrientes actualmente en vigor;³⁴ debe preocuparse por desentrañar las implicaciones socio-históricas de la ciencia, que pueden abarcar tal y como el externalismo lo indica, las cuestiones económicas, políticas, culturales y sociales en la producción del conocimiento científico y no necesariamente desde el interior de la construcción científica, o visión internalista.

Para S. R Mikulinsky no debemos guiarnos por una sola propuesta metodológica que de alguna manera nos arrojará resultados parciales, sino más bien hacer una síntesis entre las dos visiones ya que: *“Si una concepción proclama la capacidad de una interpretación teórica de la historia de jugar un papel en la metodología de la investigación histórico científica, debería elucidar el desarrollo de la ciencia como un proceso regular e identificar las fuerzas que lo impulsan”*.³⁵

Cabe aclarar, que las controversias no sólo se centran en este tema. Como ya se reiterado en varias ocasiones, los postulados de Kuhn sentaron las bases

³⁴ BARONA Villar, Josep Lluís, *Ciencia e historia: debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*, en: <http://books.google.com.mx/books 20-nov-10>, p. 153.

³⁵ MIKULINSKY, S. R., “La controversia internalismo-externalismo como falso problema”, en: Juan José Saldaña, *Introducción a la teoría de la historia de las Ciencias*, México, UNAM, 1989, p. 233.

de un nuevo modelo paradigmático en la epistemología científica; sin embargo no todos abrazaron sus teorías y fue entonces cuando comenzaron las críticas. Me parece que son dos las que más han tenido eco. La primera de ellas tiene que ver con el concepto de “relativismo”, para Ana Rosa Pérez Ransanz, Kuhn no es un relativista completamente, más bien esta postura proviene de la interpretación de sus teorías.³⁶ Los críticos del relativismo argumentan que éste es un atentado al racionalismo científico; sin embargo para esta misma autora, el relativismo: *“lejos de representar una amenaza para el carácter racionalista de la ciencia contribuyen a conformar una noción más adecuada de la racionalidad que en ésta opera.”*³⁷ Ello, debido a la existencia de estándares de selección de teorías dentro de la comunidad científica.

Otro tema que ha generado gran crítica y controversia es el referente a la inconmensurabilidad, para Kuhn ésta es la clave para entender las revoluciones científicas, ella es la raíz de las discusiones sobre la filosofía clásica de la ciencia ya que de acuerdo en este postulado esto es lo que lleva a la ruptura de la idea del progreso acumulativo de la ciencia. La inconmensurabilidad implica un giro en el significado de los conceptos básicos de las nuevas teorías que generalmente no incluye a los anteriores. En los años noventa, el filósofo John Earman (1942-) negó la existencia de la inconmensurabilidad, él la entendía como una intraducibilidad que generaría dificultades en la elección de las teorías. Por su parte, Imre Lakatos (1922-1974), acusó a Kuhn de apoyar la

³⁶ Véase: PÉREZ Ransanz, Ana Rosa, *Kuhn y el cambio científico*, México, Fondo de Cultura Económica, 199, 274 p.

³⁷ *Ibidem*, p- 163.

irracionalidad, sobre todo al negar el falsacionismo de Popper, de acuerdo con Lakatos: “Kuhn objeta a todo el programa de investigación popperiano y excluye cualquier posibilidad de reconstruir racionalmente el crecimiento de la ciencia”.³⁸ Para este autor cada paradigma contiene sus propios criterios y una racionalidad completamente nueva; sin embargo, el cambio contiene elementos acumulativos ya que las nuevas tesis traen consigo a las viejas teorías; es decir a los criterios que las hacían respetables.

La crítica de Larry Laudan (1941-) a Kuhn tiene un enfoque más bien lingüístico en cuanto a la elección de las teorías rivales ya que para él en este proceso se involucra algún tipo de traducción, requisito indispensable en su comparación y por tanto en su elección racional.³⁹ Para Laudan, Kuhn rechazó – al igual que Paul Feyerabend- la doctrina de un lenguaje de observación neutral de ahí que considere que la selección racional entre doctrinas rivales no pueda ser posible. Califica a Kuhn de pos-positivista e historicista y de que sustente la racionalidad en la posibilidad de traducción. No obstante, para Pérez Ransanz esto no es totalmente cierto, ya que esta tesis supondría un fracaso intelectual, para ella la inconmensurabilidad existe pero no puede ser tan radical como la ve Laudan ya que entonces sería imposible establecer la pérdida del contenido empírico al paso de una teoría a otra y entonces no se podrían identificar problemas que dejan de tener una solución en la teoría sucesora.⁴⁰

³⁸ LAKATOS, Imre, *Op,cit*, p. 120.

³⁹ LAUDAN, Larry, citado en Ana Rosa Pérez Ransanz, *Op, cit*, p. 164.

⁴⁰ PÉREZ Ransanz, Ana Rosa, *Op, cit*, p. 166.

Desde este punto de vista, lo que hace la inconmensurabilidad es transformar el criterio de racionalidad, y siguiendo a Kuhn, la racionalidad dependerá de la posibilidad de comprensión que no es lo mismo que la traducción, la vía para lograrlo es el aprendizaje de los diversos esquemas conceptuales.

Hasta el momento se han apuntado algunos de los debates más importantes posteriores a la publicación de la obra de Kuhn, pero ¿Qué ocurre con la historia de la ciencia en nuestros días? ¿Qué caminos han tomado los historiadores de la ciencia actualmente? La respuesta a estas interrogantes las podemos situar a partir de los años ochenta, en donde los principales elementos que constituyen la historiografía científica tienen que ver con los siguientes factores: la epistemología, historia de las ideas, externalismo, [y la] sociología del conocimiento o marxista.⁴¹ Con éste último, los historiadores pueden hacer uso del materialismo histórico para ver a la ciencia como un producto de las relaciones sociales y económicas entre la propia ciencia, la tecnología y la sociedad.

Estas directrices han logrado que la historia de la ciencia no sólo tenga el propósito de enaltecer los logros de la ciencia –sobre todo la occidental–, escrita principalmente por los propios científicos. Ahora es posible hablar de una historia social de la ciencia en donde los trabajos de los historiadores, filósofos y sociólogos lograron transitar de la justificación y legitimación a una actitud más crítica, que en palabras de Mauricio Nieto: *“se proponía dilucidar el papel de la*

⁴¹ BARONA Villar, Josep Lluís, *Op. cit*, p. 154.

ciencia en la sociedad, pronto se hizo evidente que las propuestas tanto del Circulo de Viena como las del mismo Popper y sus criterios formales y a-históricos eran improprios para describir el desarrollo del conocimiento científico".⁴²

El objetivo no es explicar la naturaleza del conocimiento científico, sino más bien, entender a la ciencia como una institución social y no tanto desde los aspectos teóricos, conceptuales o de contenido; en donde, el análisis y la reflexiones se basen en una labor interdisciplinaria, que de alguna manera, nos ayude a evitar las explicaciones reduccionistas derivadas del análisis lógico de sus contenidos.

Los estudios sociales en historia de la ciencia hacen posible la explicación de otros elementos que convergen en ella, como los procesos de educación, enseñanza o la difusión y divulgación de la ciencia, la idea de que las relaciones sociales y las normas que guían el comportamiento de los científicos son elementos imprescindibles para el análisis histórico.⁴³ La inclusión de los estudios sociales en el ámbito científico ha permitido el enriquecimiento en la historiografía científica, aunque se debe aclarar que esto no ha ocurrido de una manera homogénea debido a las diversas interpretaciones de las disciplinas sociales que se han interesado en este campo de estudio.

Es precisamente, la heterogeneidad de las aportaciones analíticas en la historia de la ciencia lo que ha hecho posible la apertura hacia nuevos objetos

⁴² NIETO Olarte, Mauricio, "Poder y conocimiento científico. Nuevas tendencias en historiografía de la ciencia", en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2186922> 21-nov-2010. p. 1.

⁴³ BARONA Villar, Josep Lluís, *Op. cit*, p. 169.

de estudio, por ejemplo, el género. El análisis de este aspecto de la ciencia está necesariamente relacionado con problema de clase, raza e imperialismo cultural.⁴⁴

El análisis de género en la ciencia ha puesto sobre la mesa las concepciones de lo femenino y lo masculino como construcciones sociales que fomentan la desigualdad, sobre todo al ser la ciencia un producto netamente masculino, algunos investigadores se han interesado en rescatar a figuras femeninas que no han tenido un debido reconocimiento en la historia de la ciencia occidental.⁴⁵ Otro tema que se puede analizar a través del género en la historia de la ciencia es el de las estructuras del poder institucional del conocimiento científico, a través de las universidades, sociedades o instituciones científicas, el objetivo de este sería intentar hacer una historia más incluyente en la cual no haya una hegemonía masculina, sino más bien tomar a la ciencia como un universo compuesto por diversos elementos.

En la actualidad, los estudios de la historia social de la ciencia han resultado de vital importancia para vincular la propia producción científica con sus contextos sociales, culturales y políticos al igual que el impacto que han tenido los avances científicos para una determinada sociedad de allí, que la historia de la ciencia sea una disciplina multidisciplinaria dentro del análisis y reflexión de los estudiosos sociales.

⁴⁴ NIETO Olarte, Mauricio, *Op, cit*, p. 8.

⁴⁵ *Ibíd.* El autor pone como ejemplo el trabajo de Margaret Alie y su obra titulada *Historia de la mujer en la ciencia, desde la antigüedad hasta el siglo XIX*, y Margaret Cavendish quien escribió sobre el caso de Rosalind Franklin en el descubrimiento de la estructura del ADN.

Finalmente, es muy importante mencionar que los estudios en historia de la ciencia no han sido particulares de aquéllos países en donde los avances científicos y tecnológicos han logrado un gran impulso, por el contrario, en muchos lugares del mundo han comenzado a emerger muchos investigadores sociales interesados en la reconstrucción histórica de la ciencia en su país. México y el resto de América Latina⁴⁶ no han sido la excepción, en estos lugares poco a poco los historiadores han comenzado a realizar importantes estudios, análisis y contribuciones del papel del conocimiento científico en el desarrollo de sus sociedades y como ya se reiterado:

El problema del conocimiento científico [...] no se puede reducir a los tradicionales debates epistemológicos propios de la filosofía de la ciencia, y la pregunta sobre por la naturaleza de la ciencia moderna no puede limitarse a una discusión sobre el método científico, sino que requiere reexaminar la ciencia, los científicos y sus instituciones en acción y sin perder de vista el entorno social, político, económico y cultural en el cual tienen lugar la producción, circulación y usos de nuevos conocimientos.⁴⁷

En suma, el desenvolvimiento científico no debe ser analizado como un proceso autónomo y propio de la comunidad científica –a decir de la postura internalista-, ésta, al igual que los científicos sociales debemos ser capaces de entender que es posible hacer una historia de la ciencia en donde todos los componentes sociales son parte de ese universo y, sobre todo, que juegan un rol importante dentro de su desarrollo, de ahí que se posible relacionar tanto los

⁴⁶ Para el caso mexicano entre algunos de los autores que se han acercado al tema podemos mencionar a Elías Trabulse, Eli de Gortari, Ruy Pérez Tamayo, María de la Paz Ramos, Fernanda Azuela, Federico Lazarín Miranda, entre otros. Para Latinoamérica podemos citar a los argentinos Rodrigo Fernós y Omar Bernaldo, los chilenos Claudio y Fabio Gutiérrez y la venezolana Yajaira Freites, por mencionar algunos ejemplos.

⁴⁷ NIETO Olarte, Mauricio, “Los estudios de la ciencia y la tecnología y la ‘guerra de las ciencias’, en: <http://historiadelaciencia-mnieto.uniandes.edu.co/pdf/GUERRADELASCiencias.pdf> 4-DIC-2010. p. 3.

aspectos internos como externos del proceso científico y ver a la ciencia y al conocimiento científico no como un hecho aislado, sino más bien como un entramado de prácticas sociales, como lo sugieren los estudios actuales.

Como se ha podido notar en el transcurso de las líneas anteriores, la historiografía de la ciencia ha ido evolucionando a lo largo del tiempo, este aspecto ha logrado enriquecer en buena medida la epistemología del conocimiento científico desde una perspectiva crítica. Las nuevas investigaciones propuestas no sólo por los historiadores sino también por otra variedad de científicos sociales como los ya mencionados filósofos, sociólogos, incluso psicólogos y antropólogos, han dado origen a nuevas interpretaciones y metodologías de estudio.

La ciencia forma parte de nuestra realidad, no podemos hacer caso omiso de sus avances y de su impacto en la tecnología que nos ha facilitado en buena medida la vida o en otros casos nos resulta perjudicial. No debemos tomar a la historia de la ciencia como un elemento legitimador del progreso científico, sino más bien como una herramienta de apoyo a la comprensión y a la reflexión sobre los cambios y continuidades en el conocimiento científico y sobre todo de su impacto y relación con la sociedad.

UNA PROPUESTA DE ESTUDIO EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA MEXICANA.

Para el historiador que tiene interés de acercarse a los estudios en historia de la ciencia en un determinado tiempo y espacio histórico, es indispensable tener un conocimiento referente a los postulados, teorías y críticas que han surgido en

torno a esta materia de estudio. La intención del marco referencial del desenvolvimiento de los estudios históricos en torno a los temas científicos fue, precisamente, establecer a la ciencia como objeto de estudio; cómo llegar a problematizar o mejor dicho historizar algún tema en donde la ciencia juegue un papel primordial.

¿Qué elementos de la teoría de la historia de la ciencia son indispensable, para poder desarrollar mi investigación? Al responderme esta pregunta y a lo largo de las lecturas y reflexiones que he realizado al respecto, debo apuntar, que lo más importante, es considerar que los historiadores pueden hacer historia de la (s) ciencia (s) sin ningún obstáculo y realizar buenas aproximaciones explicativas con apoyo no sólo de la teoría de la ciencia, sino que con lo más importante: sus herramientas de indagación y explicación y por su puesto con el apoyo teórico-metodológico de otras disciplinas sociales, tales como la sociología, la antropología y la propia filosofía, la unión de todos estos elementos permitirá al historiador conformar una visión de lo que ha sido el uso y desenvolvimiento de la ciencia.⁴⁸

⁴⁸En este sentido, estoy de acuerdo con León Olivé cuando argumenta que la vinculación de las diversas disciplinas sociales ha provocado que la Filosofía de la ciencia –que como ya se ha destacado es un referente primordial en el inicio de estos estudios-, ha progresado en la medida en la que ha relajado sus pretensiones normativistas y se ha naturalizado, ya que paulatinamente se ha ido centrando en el estudio de los procedimientos efectivos de generación, aceptación, cambio, desarrollo y difusión del conocimiento. Todo esto ha logrado generar una importante epistemología de la ciencia y de una Filosofía de la ciencia las cuáles han propagado una imagen filosófica de la ciencia, diferente a la que los propios científicos tienen de su actividad; es decir, la imagen científica, e incluso de la que la propia sociedad se ha generado; esto es: la imagen pública de la ciencia. Ver: OLIVÉ, León, *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos/ Paidós, 2000, 212 p.

Esto es muy importante, ya que en México ha habido pocos historiadores que se han acercado a los temas de ciencia. Con esto no quiero decir que no se haya generado alguna historiografía al respecto; lo que ha ocurrido con estos estudios, es que los investigadores que los han emprendido no son todos historiadores de formación; es decir, son estudiosos de otras disciplinas que después de algún tiempo comenzaron a escribir historia de la ciencia, de ellos es importante destacar que sus aportaciones han sido de gran utilidad para las nuevas generaciones de historiadores que comienzan a ocuparse en este tema.⁴⁹

De acuerdo con el objetivo de esta tesis, se considera que el uso de la biografía como herramienta de análisis también ha ido avanzando en la misma medida en la que los historiadores han ido planteando nuevas preguntas de investigación. De acuerdo con François Dosse, para poder realizar una biografía se requiere de la empatía de quien escribe hacia su objeto de estudio, pero de también de mucha imaginación por parte del biógrafo cuando se encuentra con muchas lagunas en su investigación.⁵⁰

⁴⁹ Los estudios sobre la historia de la ciencia en México, surgieron hace aproximadamente treinta años, algunos de los primeros trabajos los encontramos en Elías Trabulse, José Joaquín Izquierdo, Eduardo López Morenos, Eli de Gortari, Enrique Beltrán y Ruy Pérez Tamayo, ninguno de ellos es historiador de formación, pero hicieron lo posible por formar a otras generaciones dentro de la historia de la ciencia, entre ellos a Juan José Saldaña, Federico Bolaños y a Roberto Moreno de los Arcos; éstos a su vez también hicieron escuela, formando a investigadores como Luz Azuela, Patricia Aceves, Federico de la Torre y María de la Paz Ramos. Esta información la he retomado del Dr. Hugo Pichardo, en la sesión del Seminario de Historia Mundial: “Aprendiendo Historia de las Ciencias” de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, del día 29 de Marzo del 2011.

⁵⁰ El género biográfico ha sido sujeto de numerosos ataques, los cuales tienen que ver con varios aspectos principales: el carácter híbrido del género biográfico, la dificultad para clasificarlo en tal o cual disciplina organizada, la lucha entre tentaciones contradictorias como la vocación novelesca, la preocupación erudita y la presentación de un discurso moral de la ejemplaridad, han hecho de él un subgénero que durante mucho tiempo ha sido fuente de oprobio y ha

La empatía dentro del género biográfico también tiene que ver con el hecho de que el investigador debe guardar una justa distancia entre él y su objeto de estudio, lo cual va a permitir que la investigación tome un rumbo más objetivo, en palabras de Dosse: *“Debe amar suficientemente su obra para sacrificar por ella un largo periodo de su vida, pero a la vez necesita sentir una distancia crítica suficiente para no ir hasta el fin de una identificación con un sujeto distinto que corre el riesgo de poner en peligro su identidad.”*⁵¹

En los años ochenta, algunos historiadores hicieron un ejercicio de revaloración del género biográfico dentro de las investigaciones históricas, en nuestros días, es un complemento perfecto dentro de la historia cultural, social, política y también para la historia de la ciencia.

Es importante destacar que en la presente investigación no se tratará simplemente de biografiar a nuestros actores históricos; lo que se procurará realizar de manera metodológica, es una reconstrucción prosopográfica, entendida esta, de acuerdo con Lawrence Stone (1919-1999), como una biografía colectiva, es decir, como una herramienta con la cual es posible recopilar la información cuya característica es que los sujetos de la investigación poseen características semejantes.⁵² En este caso, lo más destacable de nuestros actores

padecido de un déficit de reflexión. DOSSE, François, *El arte de la biografía: entre historia y ficción*, México, Universidad Iberoamericana, 2007 pp. 17-18.

⁵¹ *Ibidem*, p. 20.

⁵² De acuerdo con Stone, la prosopografía surgió como un método de investigación de las élites políticas europeas. No obstante, esta herramienta metodológica puede ser funcional para reconstruir otros procesos, tal y como se está proponiendo en este caso; es decir, para analizar a un grupo de científicos mexicanos del siglo XX. Véase: STONE, Lawrence, *El pasado y el presente*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986, 289 p.

a analizar, es su interés por la ciencia, no sólo por hacerla, sino no también su constante preocupación por divulgarla y difundirla, elementos que finalmente desembocarían en la institucionalización de la misma en las áreas de la física y las matemáticas. Es importante destacar que los datos biográficos de cada uno de los intelectuales a estudiar resulta de vital importancia, en el sentido que es imprescindible contar con las bases que nos permitan comprender qué elementos tanto sociales como culturales dentro de un contexto más general los llevaron a emprender el camino de los estudios científicos.

La prosopografía se utilizó para abrir el campo de análisis de un grupo de científicos mexicanos durante la primera mitad del siglo XX y ello ayudó a establecer una división generacional de mis objetos de estudio. La “teoría de la generaciones” apareció por primera vez con el filósofo José Ortega y Gasset (1883-1955), lo interesante de esta propuesta es que para el autor se debe estudiar a la historia no desde el punto de vista de los hechos o acontecimientos, sino más bien como han sido las vidas humanas. La vida del hombre -inalienable o intransferible- es lo más importante en la teoría Ortegueana y como él es principal elemento de la historia, su vida es posible dividirla en tres etapas: la juventud, la madurez y la vejez; con ellas tres es posible establecer un patrón generacional de análisis que puede ser muy útil para ciertas investigaciones históricas. A grandes rasgos comentaré las características de dicha propuesta.

Lo primero que debemos comprender es que una generación no se define como aquellos hombres que nacen en un mismo año; es decir, que poseen la

misma edad. Más bien, las generaciones se componen de seres coetáneos, esto es que no necesariamente tienen la misma edad, lo que los une son sus convicciones, las cuales les brindan seguridad. Para Gasset, son las éstas las que determinan una época histórica;⁵³ es decir las creencias que los hombres van teniendo a lo largo de su vida mantienen vigente el contexto social en el cual se desarrollan, si por el contrario esas creencias desaparecen, la crisis se presenta originando un cambio en el pensamiento de los hombres. El sistema de convicciones de la generación anterior sucede un nuevo estado vital en que el hombre se queda sin esas convicciones, por tanto sin mundo.⁵⁴ A partir de ese momento surge la “razón vital”, entendida como la búsqueda de nuevas creencias en las cuales puedan coincidir tanto la vida como la razón. Esto fue lo que él trato de ejemplificar en sus cursos impartidos en la Universidad de Madrid, de los cuales salieron las publicaciones tituladas *El torno a Galileo y El hombre y la gente*.

Ahora bien, siguiendo modelo generacional de Ortega y Gasset, no todos lo que son contemporáneos forman una generación, de allí que cada época esté conformada por varias generaciones, que aproximadamente duran treinta años, quince de gestación y quince de gestión:

Las generaciones muestran que el hombre es “substancialmente histórico” y hacen ver que de una a otra, existe un cambio, aunque este cambio no tenga la característica de una crisis propiamente dicha puesto que los

⁵³ En Ortega y Gasset encontramos un concepto muy importante que se relaciona con el de vida, éste es el de “razón vital” que tiene que ver con la idea de que el hombre vive razonando y razona viviendo. ORTEGA y Gasset, José, *En torno a Galileo-El hombre y la gente*, Prólogo de Ramón Xirau, 3ª edición, México, Editorial Porrúa, 2001, 293 p.

⁵⁴ XIRAU, Ramón, en: José Ortge y Gasset, *Op, Cit, p.XI*.

*contemporáneos, aunque no sean coetáneos, suelen vivir un mismo sistema de creencias.*⁵⁵

Me parece que en este último párrafo ha quedado muy claro la importancia y la utilidad de la teoría generacional que para fines de esta investigación, me permitirá comprender que la principal convicción de los científicos estudiados fue su interés por la ciencia y el conocimiento de las disciplinas exactas; es decir, de la física y las matemáticas.

Por su parte es importante agregar, que en México ya se han realizado importantes trabajos históricos en donde fue utilizada esta teoría y uno de los mejores ejemplos que podemos citar, es el trabajo de Luis González y González titulado *La ronda de las generaciones*,⁵⁶ cuyo objetivo fue el de analizar a través de las generaciones, a la clase dirigente en el país desde la época de la Reforma; es decir, 1856 hasta el años de 1958. Su estudio nos demuestra como después de una época de “crisis” o ruptura de pensamiento, comenzaba a emerger una nueva alternativa y es en estos cambios en donde se fueron entrelazando las generaciones.

Para la elaboración de la tesis se utilizó otra propuesta metodológica que une a las dos anteriores y es la “teoría de las redes sociales”. Este concepto apareció por primera vez en los años cincuenta dentro de la antropología social británica. La teoría resulta de vital importancia en esta investigación ya que nos

⁵⁵ *Ibidem*, p. XIII.

⁵⁶ GONZÁLEZ y González, Luis, *La ronda de las generaciones*, México, Clío, 1997, (Serie: Obras completas de Luis González t. 6), 348 p.

permitirá establecer de una manera más significativa las conexiones existentes entre nuestros objetos de estudio.⁵⁷

Ahora bien, para poder reconstruir una red es necesario que tomemos en cuenta a qué se refiere de manera específica dicho término. Existen muchas definiciones del mismo, pero en esta tesis he tomado el siguiente: “*Conjunto de conexiones entre actores relacionados de un modo u otro a través de interacciones efectivas que se producen en un momento dado.*”⁵⁸ Son precisamente dichas interacciones las que pueden determinar la existencia de la red, para ello es necesario encontrar los lazos que los unen y de esta forma comprender el grado de conexiones que hay ente nuestros objetos de estudio; es decir, ver si las relaciones que se establecen son a través de lazos fuertes o débiles, pero también nos permitirá observar si algún individuo figura como mediador o intermediario en el establecimiento de una relación con otras personas.

La multiplicidad de los lazos que un individuo llega a tener a lo largo de su vida con otras personas lleva al investigador a ubicarlo en diferentes campos de análisis de sus relaciones personales y sólo a partir de ello le será posible

⁵⁷ En un artículo de José Luis Molina y Claudia Aguilar, se ha precisado que el término “redes sociales” tiene diferentes usos, el primero de ellos tiene que ver con su forma metafórica, en segundo lugar encontramos el uso etnográfico, seguido del de intervención y finalmente el sentido estrictamente formal. No obstante, cualquiera que sea su uso, el objetivo de las redes es el de estudiar relaciones específicas, entre una serie definida de elementos. MOLINA, José Luis y Claudia Aguilar, “Redes sociales y antropología: un estudio de caso (discursos étnicos y redes personales entre jóvenes de Sarajevo)”. Artículo disponible en: http://webs2002.uab.es/antropologia/jlm/public_archivos/Redyant.pdf, 14-Mar-11.

⁵⁸ Tomado de IMÍZCOZ Beunza, José María y Lara Arroyo Ruiz, “Redes sociales y correspondencia epistolar. Del análisis cualitativo de las relaciones personales a la reconstrucción de redes egocentradas”, en: REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales

Vol. 21, #4, Diciembre 2011
<http://revista-redes.rediris.es>

establecer los vínculos que en palabras de Zacarías Moutokias no son más que: *“los diferentes contenidos de las interacciones que entrelazan a los individuos considerados.”*⁵⁹ Estos vínculos pueden determinarse sólo si el investigador encuentra el material que le permita concretar la forma de las relaciones. Las fuentes históricas son las que nos van a permitir la reconstrucción de los vínculos creados y finalmente contribuirán a determinar las prácticas sociales. En nuestro caso, las fuentes que se han utilizado son principalmente los artículos publicados por nuestros científicos en las revistas especializadas así como también algunas cartas escritas entre ellos, la referencia que se hace sobre sus estudios y la documentación referente a la participación en congresos especializados.

La red que se ha reconstruido en este trabajo es de índole egocéntrica. Con la ubicación del “ego” se observaran las dinámicas sociales del grupo de científicos mexicanos de 1912 a 1961 de esta manera ver sus flujos de intercambio e interacción. La “red ego” es entendida como: *“el conjunto de personas que un individuo conoce y forma según con la estructura de los vínculos.”*⁶⁰

Es indispensable apuntar que el principal vínculo que he podido establecer entre nuestro grupo de científicos, es su interés por el conocimiento en ciencias exactas específicamente en física moderna y matemáticas; es a partir

⁵⁹ MOUTOKIAS, Zacarías, “Narración y análisis en la observación de vínculos y dinámicas sociales en el concepto de red personal en la historia social y económica”, p. 222. Agradezco a la Dra. Norma Angélica Castillo Palma el haberme proporcionado esta lectura.

⁶⁰ Tomado de: RAMÍREZ Palacio, Lourdes Rocío, “La física en México. La red de científicos alrededor de Manuel Sandoval Vallarta”, Avance de investigación inédito presentado en el Seminario de Historia Mundial “Aprendiendo Historia de las Ciencias” de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2008.

de este hecho, que pretendo dar respuesta a la hipótesis que ha guiado a esta investigación, esto es: comprobar si realmente la comunidad científica que se ha estado estudiando tuvo una importante participación en el proceso de institucionalización de las ciencias antes mencionadas en nuestro país durante la primera mitad del siglo XX.

Para finalizar este apartado sólo quiero comentar que con ayuda de las propuestas metodológicas antes mencionadas, me daré a la tarea de reconstruir un proceso de nuestra historia en donde el interés y preocupación por la ciencia fueron indispensables en los esfuerzos para llegar a institucionalizar las áreas de las matemáticas y de la física. En mi opinión, fue este grupo de personas los que figuraron como la principal fuerza de empuje de los proyectos científicos en ciencias exactas; no obstante, su labor se vio reforzada con otros elementos propios del contexto político-social en el cual se encontraron inmersos; por tal razón en el siguiente capítulo reconstruiremos analizaremos los factores políticos que apoyaron y/o favorecieron la consolidación de diversos proyectos científicos en México de 1910 a 1960.

CAPÍTULO 2. LA POLÍTICA DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA MEXICANA. 1910-1960.

Uno de los elementos en los que podríamos ver reflejado el apoyo del gobierno federal a los estudios e investigación científica es sin duda la educación superior. En muchos de los discursos políticos, se le ha tomado como uno de los principales símbolos de avance y progreso, no sólo a escala social sino también

en la vida económica y material.⁶¹ Con este argumento apoyo la idea de que la educación científica y su posterior aplicación en diversas áreas de conocimiento tecnológico, han sido vistas también como aspectos relevantes para el avance y el progreso.

La educación científica es aquella en la cual se plantea y plasma en los planes y programas de estudio que el conocimiento tiene que ver con la enseñanza de disciplinas tales como las matemáticas, la física, la biología, la geología, por mencionar algunos ejemplos; sin embargo es importante destacar que otras áreas del conocimiento no son descartadas, por el contrario las materias de carácter social y humanístico son necesarias para complementar la preparación de los futuros científicos.

En nuestro país, como se verá más adelante, fue durante el porfiriato que se puso en marcha este modelo educativo sobre todo en los estudios que muchos jóvenes realizaron en la Escuela Nacional Preparatoria y posteriormente, la educación científica se reafirmaría con la incorporación de diversas instituciones de carácter superior dentro de la Universidad Nacional, entre ellas podemos mencionar a la Escuela Nacional de Ingenieros o la Escuela de Medicina, instituciones en donde los conocimientos científicos fueron cobrando mayor vigor.

⁶¹El término educación, ha ido cambiando en el transcurso del tiempo; de allí que se le deba considerar como un término histórico, es decir, cambiante en el tiempo y que cada sociedad le asigna un significado dependiendo de la época y las necesidades de instrucción que le impone su desarrollo socio-económico y cultural. Esta es una parte de la definición realizada por LAZARÍN Miranda Federico en: *Diccionario de la Historia de la Educación en México*, disponible en: http://biblioweb.tic.unam.mx/diccionario/htm/articulos/terminos/index_ter.htm. 15-JUN-11.

Para una mejor comprensión del proceso de desarrollo de las políticas de fomento a la investigación científica en México de 1910 a 1960, se ha decidido dividir este apartado en tres subperiodos.

HACIA LA TRANSFORMACIÓN DEL PAÍS. CIENCIA Y POLÍTICA. 1910-1930.

Las políticas científicas no son propias del siglo XX, los investigadores que se han acercado a estos análisis nos han dejado ver que los gobiernos en turno han tenido la necesidad de emitir políticas de este estilo, tal y como lo comenta Ricardo Hernández: *“Con notable diversidad y con diferencias motivadas por las exigencias del contexto histórico, los dirigentes de nuestra nación han presentado iniciativas para el desarrollo de las ciencias y la tecnología prácticamente desde el inicio de la vida política independiente.”*⁶²

Durante el porfiriato las políticas públicas encaminadas al desarrollo científico tuvieron un gran auge, ello se vio reflejado no sólo en la vida política del país sino también a nivel educativo. La política científica tuvo una continuidad, llegó a México a través de Gabino Barreda y se reflejó en los planes y programas de estudio de la principal institución que se encargaría de impartir educación de carácter científico la ENP. En dicha institución se formaron muchas de las generaciones de intelectuales mexicanos, entre ellos podemos mencionar a Antonio Caso, José Vasconcelos, Vicente Lombardo Toledano, Xavier Villaurrutia, Narciso Bassols; entre otros. Por su parte también

⁶² HERNÁNDEZ Ramírez, Ricardo M., “La Política de la Ciencia y la Tecnología en México. La educación científico-técnica y la formación de recursos humanos”, en; *Aportes: Revista de la facultad de Economía BUAP*, año VII, núm. 20, artículo disponible en: <http://www.aportes.buap.mx/20ap5.pdf>, 26-JUN-11.

en ella se formaron algunos de los científicos más destacados del país: Sotero Prieto, Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Mariano Hernández, Alfredo Baños; entre otros.

A la caída de Díaz y con el posterior movimiento revolucionario, las actividades en la ENP no se vieron afectadas; es decir, las actividades continuaron a pesar de los problemas que se vivieron en la década de 1910. En ese sentido, los gobiernos que asumieron el poder después de Díaz dieron cierta continuidad a una práctica ya existente, aunque es evidente que cada uno de estos gobiernos contaba con sus características propias, mismas que matizaron las políticas sobre la ciencia nacional.

La continuidad la podemos hallar de nueva cuenta en la educación y pese a las diversas modificaciones que se dieron las materias de carácter científico seguían manteniendo una gran relevancia en la curricula de esos dos niveles educativos.⁶³

Los matices que se fueron presentando los podemos entender como la consecuencia de las nuevas formas de la concebir la ciencia; es decir, el positivismo surgido en México desde la época de Gabino Barreda y apoyado durante el porfiriato ya no era la principal filosofía de la ciencia en nuestro país, poco a poco nuevas doctrinas filosóficas fueron apareciendo y eso dio como resultado la adopción de nuevas posturas sobre la ciencia.

⁶³ Los cambios efectuados en los planes de estudio los he analizado en mi tesis para obtener el grado de licenciatura: véase TORRES Alejo, Andrea, *El desarrollo de la educación científica en México en los niveles Medio Superior y Superior: 1867-1940*, Tesis de Licenciatura en Historia, México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2010, 193 p.

Por su parte, es importante destacar que no sólo el conocimiento científico fue importante, de igual manera su aplicación técnica era necesaria. Los estudios técnicos están presentes en nuestra historia desde el siglo XIX cuando fueron establecidas las escuelas de oficios; sin embargo, para esos momentos no existía aún un proyecto verdaderamente consolidado en instrucción técnica. En el porfiriato Félix Fulgencio Palavicini fue uno de los principales intelectuales que se preocupó por la formación de la educación técnica; no obstante, pese a sus esfuerzos, ésta no lograría consolidarse del todo. El verdadero cambio llegaría con la revolución. En 1915 Venustiano Carranza incluyó dentro de la Secretaría de Instrucción Pública una Dirección General de Enseñanza Técnica, con el fin de respaldar una serie de carreras de especialización técnica que: *“logren multiplicar en el país obreros especialistas con los cuales puedan contarse en lo futuro para el desarrollo de nacionales industrias.”*⁶⁴ Lo importante de este hecho es que podemos ver cómo la enseñanza de las ciencias físicas, matemáticas y químicas se dio como ciencias aplicadas; estos saberes, eran necesarios para el desarrollo de los conocimientos técnicos.

Otro aspecto que debemos destacar es el hecho de que durante el gobierno de Carranza, ya se pensaba continuar con la industrialización del país, ideal que se consolidaría a partir de la década de los años veinte, en donde encontramos la aparición de una nueva clase política, misma que se fue gestando en el transcurso del movimiento revolucionario, los nuevos dirigentes

⁶⁴ Tomado de LAZARÍN Miranda, Federico, *Op, Cit*, p. 22. Las cursivas son mías.

encabezados por el grupo sonoreense pusieron: “*los cimientos del sistema político-social moderno de México.*”⁶⁵

Uno de los puntos medulares de la nueva política fue la reorganización económica y de la administración nacional a través del crecimiento económico, apoyado en el comercio exterior de materias primas agrícolas e industriales, pero también, y quizás más importante en el desarrollo y crecimiento económico interno. Llevar a cabo este proceso era importante pues al terminar la lucha armada algunos sectores de la economía estaban en franca decadencia.⁶⁶

Es pues, en este contexto que propongo analizar el desarrollo científico del país; es decir, observar hasta qué punto figuró como elemento para el progreso de la nación a inicios del siglo XX.

Las investigaciones que se han realizado sobre la historia de la ciencia en México en relación con los aspectos económicos y políticos, han demostrado que ésta ha sido utilizada como un elemento de legitimación política. Ello encontró en el porfiriato su máxima expresión; sin embargo, de acuerdo con Juan José Saldaña y Edgar Castañeda, la ciencia no estaba organizada, y en ese sentido el papel del Estado se presentaba como limitado.⁶⁷ Estos mismos

⁶⁵WERNER TOBLER, Hans, “La Burguesía Revolucionaria en México: su origen y su papel, 1915-1935”, en: *Historia Mexicana*, Vol. XXXIV, octubre-diciembre, 1984, p. 213.

⁶⁶LAZARÍN Miranda Federico, “José Vasconcelos. Apóstol de la educación”, artículo disponible en:
http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/25_iv_nov_2009/casa_del_tiempo_eIV_num25_11_14.pdf 24-JUN-11.

⁶⁷ El argumento tiene que ver con el hecho de que las sociedades científicas que se habían logrado establecer, incluso desde tiempos coloniales, no dependían directamente del estado.

autores afirman que de 1914 a 1938: *“el estado mexicano experimentó un proceso de aprendizaje en aquellas áreas en donde poseía pocos o nulos conocimientos que le imposibilitaban ejercer la gobernabilidad, es decir, aplicar políticas públicas exitosas o viables como aquellas que tienen que ver con los recursos naturales no renovables, minas y petróleo específicamente.”*⁶⁸ El petróleo fue uno de los elementos naturales que cobró una gran importancia a partir del contexto internacional propiciado por la Primera Guerra Mundial, fue el principal energético con el que contaba el país, su explotación permitió la preparación de muchos ingenieros y en los estudios que ellos realizaron era necesario contar con diversos conocimientos científicos.

En el transcurso de los años veinte y treinta, el Estado mexicano comenzaría a defender una política de compromiso con la sociedad. Esto lo podemos ejemplificar con el surgimiento de una serie de políticas en pro del bienestar social como lo fue en el ámbito educativo con la creación de la Secretaría de Educación Pública (SEP); pero también en el sector salud con el Departamento de Salubridad.

En el estudio de James Wilkie, referente al gasto federal desde 1910 hasta la década de los años sesenta, podemos ver cómo poco a poco el aspecto social fue convirtiéndose en parte fundamental de la política del nuevo Estado mexicano; de acuerdo con este autor, este proceso lo podemos comprobar si se

Véase: SALDAÑA, Juan José y Edgar Castañeda Crisolis, “Estado mexicano: ciencia y gobernabilidad. El caso del petróleo”, artículo disponible en: <http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Publicaciones/EdgarCastanedaXICOMHCT.pdf> 30-JUN-11.

⁶⁸ *Ibíd.*

realiza el análisis de las campañas y elecciones presidenciales, al igual que con el análisis de algunos movimientos sociales tales como las huelgas y también con el estudio de el reparto agrario. La recopilación de estos datos sin duda ayuda al historiador a ver más claramente cómo fueron los cambios cualitativos y de mentalidad de la sociedad mexicana salida de la revolución.⁶⁹

Uno de los elementos novedosos de tales cambios fue la aparición de la clase media, este sector social –al igual que la clase alta–, fue el que se fue adaptando más rápido a los cambios planteados por los gobiernos posrevolucionarios, entre ellos, la idea de brindar a la población un mejor nivel de vida. Debemos aclarar que lo anterior no quiere decir que toda la población de ese tiempo haya mejorado su status social, aún persistía un gran número de poblaciones rurales que no contaron con los beneficios económicos que los gobernantes habían expresado en sus discursos de integración nacional, Wilkie argumenta que: *“Es evidente que el concepto de un desarrollo equilibrado todavía no tomaba en cuenta el crecimiento regional. Las inversiones federales se dirigieron a estados que no están dentro de las regiones de un alto nivel de pobreza.”*⁷⁰

El análisis de Wilkie sobre el gasto federal en el México posrevolucionario arroja datos interesantes en cuanto al rubro educativo. En esta investigación, el autor hace una comparación del presupuesto otorgado por la federación a la educación desde 1900 a la década de los años cuarenta del

⁶⁹ Véase: WILKIE, James *La Revolución Mexicana, Gasto federal y cambio social*, Traducción de Jorge E. Monzón, Primera edición en español, de la segunda en inglés, México, Fondo de Cultura Económica, 1978, (Sección Obras de Economía), 366 p.

⁷⁰ *Ibíd*, p. 280.

siglo XX. Durante este largo periodo se puede observar que la educación no se constituyó como una función del gobierno federal hasta la llegada de Álvaro Obregón cuando se fundó la SEP, antes de ese periodo el presupuesto otorgado a la educación era bajo y aún más durante el movimiento revolucionario. Es a partir de la década de los años veinte que se proyectaron aumentos en el presupuesto destinado al sector educativo, aunque en la práctica no se cumplió completamente con lo que se había estipulado.⁷¹

Por su parte, en el campo de la ciencia podemos argüir que los científicos también llegaron a establecer una importante relación con el estado, aspecto indispensable para llevar a cabo sus labores de investigación, promoción e incluso de consolidación científica. Este proceso es muy importante ya que la ciencia no sólo jugaría un papel dentro del desarrollo y crecimiento del país, sino que incluso podría formar parte del discurso legitimador del Estado; siempre y cuando ella se encontrara en consonancia con las políticas emprendidas por la élite gobernante; en cierta forma, la relación que los científicos y las instituciones de investigación científica establecieran con el Estado ayudarían al avance o estancamiento del conocimiento científico.⁷² Esto sin duda, entablaría una relación compleja entre el Estados con los intelectuales científicos.

⁷¹ Véanse los cuadros presentados por Wilkie en torno al presupuesto dado al sector educativo en: *Ibidem*, p. 195 y 196.

⁷² Es importante mencionar que los avances que se pueden llegar a dar en materia científica no necesariamente pueden estar respaldados por el Estado, si éste no es capaz de proporcionar los recursos necesarios tanto para la investigación, así como para la aplicación de los conocimientos, las instituciones y sus investigadores pueden hallar otras fuentes de apoyo tal y como puede ser el sector privado.

Esto fue lo que precisamente ocurrió en la década de los años veinte, bajo el gobierno de Álvaro Obregón y posteriormente en el de Plutarco Elías Calles; se propusieron restablecer la economía mexicana después de varios años de lucha revolucionaria. Uno de los principales proyectos que se pusieron en marcha fue el de incluir la realización de investigaciones científicas sobre los recursos naturales existentes en el país, esto a través del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos que había sido creado en 1917 y que se derivaba del Instituto Geológico de México.⁷³ Debemos darle crédito a Venustiano Carranza por haber creado este Departamento, el petróleo fue para él la principal carta en contra de sus enemigos, éste le generaría importantes ganancias al venderlo a los países aliados durante la Primera Guerra Mundial.

El Departamento dependía de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo. De acuerdo con el artículo sexto de la Ley Reglamentaria del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo todo aquello que tuviera que ver con esta industria debía estar bajo la jurisdicción federal y en el artículo séptimo se estableció que: *“Las concesiones de exploración dan derecho al concesionario para la ejecución de los trabajos que tengan por objeto el descubrimiento del petróleo. La*

⁷³ BAPTISTA, David y Juan José Saldaña “La ciencia y la técnica como factores de gobernabilidad en los años veinte, el caso del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos” en: <http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Resultados/proyectos/Publicaciones2.htm> 20-JUN-11

Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo, otorgará dichas concesiones y vigilará que se cumplan las obligaciones en ellas estipuladas.”⁷⁴

Para 1929 encontramos una nueva fase de la existencia del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos ya que éste dejó de ser parte de la SICyT; es decir, dejó de ser un organismo manejado por el gobierno federal y fue incorporado a la Universidad Nacional la cual acababa de adquirir su autonomía. A partir de ese momento se denominaría como Instituto de Geología, su labor científica se basaría en los estudios de la Geología Marina. En ese mismo año fueron incorporados a esta institución educativa el Observatorio Nacional y la Dirección de Estudios Biológicos, éste último recibió el nombre de Instituto de Biología que comenzó con los estudios en Biología Marina. De acuerdo con Carlos Arámburo de la Hoz la incorporación: *“sería un proceso que concedería la capacidad de gestión propia a cada campo del conocimiento separadas de las demandas e intereses de los funcionarios estatales.”⁷⁵*

En ese mismo año se promulgó la ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México en la cual se expresó que se debía:

Impartir la educación superior y organizar la investigación científica, principalmente la de las condiciones y problemas nacionales para formar profesionistas y técnicos útiles a la sociedad y llegar a expresar en sus

⁷⁴ CUADROS Caldas, Julio, *Catecismo agrario*, Estudio introductorio de Guillermo Palacios, México, Registro Agrario Nacional/ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/ Sector Agrario/ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1999, (Colección agraria), p. 47.

⁷⁵ ARÁMBURO De la Hoz, Carlos,, “Científicos para un país y un siglo”, en: <http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/7910/aramburo/79aramburo.html>

*modalidades más altas la cultura nacional, para ayudar a la integración del pueblo mexicano.*⁷⁶

Como podemos notar en las líneas anteriores, la Universidad planteó un discurso con lo que las autoridades decían eran las necesidades del país y también con las políticas que el gobierno había venido planteando, puesto que cómo ya se ha mencionado anteriormente la generación de políticas científicas ha sido una práctica que los gobiernos en turno no han soslayado y en este sentido, durante los años veinte y treinta, el conocimiento científico fue visto como un elemento indispensable para el desarrollo de la industria, una de las principales fuentes para la reactivación de la economía nacional.

Si volvemos a lo expresado en la Ley Orgánica de la Universidad, debemos destacar que no sólo estaba presente la idea de contar con determinado conocimiento científico sino que también era indispensable su aplicación tecnológica; es decir, que no bastaba simplemente con desarrollar el conocimiento teórico sino que era necesario ponerlo en práctica; de allí que una de las consecuencias más importantes de este hecho haya sido la preocupación por generar capital humano, lo que propició la aparición de un modelo educativo enfocado en la enseñanza técnica. De acuerdo con Federico Lazarín Miranda la teoría de capital humano: *“supone que la educación crea cuadros*

⁷⁶ Artículo primero de la Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México de 1929. Citado en: RAMOS Lara, María de la Paz “La Física y la UNAM a mediados del siglo XX”, en María de la Paz Ramos Lara, (coord.), *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas: investigación y beneficios en la sociedad mexicana*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades/Siglo XXI, 2004, (Ciencia y tecnología en la historia de México), p. 28.

*técnicos y mano de obra calificada para la industria, el comercio, los servicios y la agricultura*⁷⁷

Fue precisamente bajo esta perspectiva que los gobiernos posrevolucionarios apoyaron el desarrollo de la enseñanza tanto científica como técnica, con el objeto de formar a un buen número de personal capacitado en diversas áreas de conocimiento y que evidentemente fueran útiles para el crecimiento económico-industrial. Esto nos deja más en claro cuáles fueron los espacios científicos y por tanto tecnológicos que gozaron de una mayor promoción en tanto a políticas públicas se refiere, entre ellos los ingenieros, químicos, técnicos electricistas, técnicos mecánicos y aquellas relacionadas con la industria del petróleo.

Como ya lo adelantamos en líneas anteriores, el contexto internacional a partir del 1914, hizo posible que México se convirtiera en uno de los principales países exportadores de petróleo, a partir de ese momento este hidrocarburo fue cobrando mayor importancia dentro de la economía mexicana y por lo tanto requirió de la capacitación de los trabajadores en esta área industrial. Pero también existieron otros sectores en donde la presencia de personal calificado y con conocimientos científicos era indispensable.

En 1924 Wilfrido Massieu Pérez promovió la creación del Instituto Técnico Industrial,⁷⁸ en donde se impartieron cursos de mecánico de

⁷⁷ LAZARÍN Miranda, Federico, *La política para el desarrollo. Las Escuelas Técnicas, Industriales y Comerciales en la Ciudad de México. 1920-1932*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, 1996, p. 8.

automóviles, electricista, carpintero, relojeros-joyeros y el de maestros de la construcción. Los nombres de los cursos son una clara indicación de la finalidad del Instituto; esto es, la formación de obreros y técnicos especializados: el ideal de la educación técnica se fue consolidando a lo largo de los años veinte sobre todo cuando la pedagogía de John Dewey del “aprender haciendo,” impulsada por el entonces Secretario de Educación José Manuel Puig Casauranc, permeó la forma de plantear la educación en México, no sólo a nivel básico sino también en los superiores, como por ejemplo en la ENP y evidentemente con las diversas escuelas de corte técnico que se fueron estableciendo a lo largo del país.⁷⁹

Otro ejemplo de la importancia del personal calificado lo podemos encontrar en los diseños planeados para el desarrollo de la política agraria. En 1926 Julio Cuadros Caldas publicó una obra titulada *México-Soviet* en la cual plasmó los trámites que las comunidades indígenas debían realizar para la dotación de las tierras, el procedimiento resultó ser muy laborioso y no vamos entrar en detalles, lo que nos interesa resaltar aquí fue la participación de ingenieros calificados para el ejercicio de reconocimiento de las tierras que podían ser entregadas de acuerdo con el Registro Público de la Propiedad y el Censo General y Agrario:

⁷⁸ Ésta se convertiría posteriormente en la Escuela Vocacional Número 1. Este es otro elemento relevante dentro del proceso de la enseñanza técnica por que a partir de ese momento se pensaría en escuelas que prepararan a los jóvenes en una especie de nivel medio superior antes de pasar a estudios más especializados.

⁷⁹ Para poder consultar la variedad de escuelas técnicas que se fueron estableciendo véase: Instituto Politécnico Nacional, *La educación técnica en México desde la independencia. De la educación técnica popular a la diversificación e integración al sistema productivo, 1910-1970*, Tomo II, México, Instituto Politécnico Nacional/Presidencia del Decanato, 2011, 422 p.

El ingeniero localizará las obras permanentes, las clases de tierras, caminos, vías férreas, ríos, arroyos, obras de irrigación [...] lo enviará a la [Comisión] Local, junto con su cartera de campo y con un informe sobre los siguientes puntos: extracto del censo, descripción de los terrenos, recursos naturales, industrias, explotaciones, jornal medio, clase de cultivos del pueblo y de los colindantes, arboleda, terrenos del pueblo en posesión o despojados, precio comercial y fiscal medio de la tierras por hectárea y según sus calidades, cálculo de la parcela tipo, descripción de las haciendas para afectar y de las obras permanentes, plantaciones perennes, cultivos cíclicos, su valor, rendimiento, razones para localizar la dotación, zonas de protección que se deje a la hacienda, costo de sus propios trabajos, etc.⁸⁰

En mi opinión, en estas líneas nos queda claro la importancia y funcionalidad que tuvieron los cuadros profesionales especializados, por lo menos, en una parte de las políticas sociales emprendidas por el gobierno, pero también nos da cuenta de la falta de más personal capacitado, ya que podemos ver que los ingenieros en general, los ingenieros agrónomos o agrimensores tuvieron que realizar más trabajo de lo que probablemente les correspondía.

LOS AÑOS TREINTA. INTENSIFICACIÓN DE LAS POLÍTICAS CIENTÍFICAS.

Con la llegada del Lázaro Cárdenas al poder la política científica no fue hecha a un lado, por el contrario, el nuevo mandatario incorporó a la ciencia dentro de sus discursos oficiales de reestructuración económica y social, en su opinión era necesario hacer crecer la actividad científica y ésta debía tener una importante relación con la educación superior:

[...] la investigación científica [...] es una urgente necesidad nacional. existe una falta de investigaciones adecuadas para el conocimiento de nuestros recursos naturales, del desgaste de nuestras tierras y para conocer las condiciones de productividad del trabajo humano.⁸¹

⁸⁰ Tomado de CUADROS Caldas, Julio, *Op, Cit*, p. XVI.

⁸¹ Tomado de: CASAS Guerrero, Rosalba, "El Estado y la Política de la Ciencia en México. 1935-1970", en: *Cuadernos de Investigación Social*, México, núm. 11, Instituto de Investigaciones Sociales, 1985, p. 25.

Como ya es sabido, la convicción política de Cárdenas tenía mucho que ver con una ideología intervencionista del Estado sobre los aspectos de la vida nacional, esto quedó claramente manifestado en el primer Plan Sexenal de 1934; de allí que no deba sorprendernos su visión de la ciencia como un elemento clave para el desarrollo del país y que por tanto el Estado mexicano de esos años debía estar al tanto de lo que se debía hacer en materia de investigación y difusión científica.

La preocupación del gobierno por el desarrollo científico en los años treinta, desembocó en la creación del Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica en 1935. Dicho organismo quedó a cargo de la SEP, pero fue concebido como un organismo técnico de consulta, por lo que su poder de toma de decisiones era bastante restringido,⁸² sus miembros serían nombrados por el propio presidente, las oficinas del Consejo quedaron ubicadas en la casa número 12 de la calle de Viena.

El aspecto más relevante en la creación del Consejo fue que constituyó una de las primeras iniciativas del Estado posrevolucionario dirigida a formalizar la relación entre la educación y la ciencia en beneficio de la clase trabajadora del país.⁸³ En otras palabras, era necesario poner al alcance de todos, los beneficios que se podían llegar a alcanzar con la ciencia y su aplicación técnica. En un

⁸² *Ibíd.*, p. 26.

⁸³ RIQUELME Alcántar, Gabriela M. Luisa, "El Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica: expresión de la política educativa cardenista", *Perfiles educativos*, México, v. 31, n. 124, 2009. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982009000200004&lng=es&nrm=iso. 11 -JUL. 2011.

informe del Consejo, rendido por su presidente Isaac Ochoterena el 30 de junio de 1936 se expresaba lo siguiente:

- 1.- *El Consejo trabajará organizándose en Comisiones.*
- 2.- *El Consejo estudiará, desde luego, de los problemas que son de su incumbencia, los de carácter urgente.*
- 3.- *No será entorpecida la actividad del Consejo ni por circunstancias ajenas a sus objetivos, ni tampoco por complicaciones burocráticas.*
- 4.- *Para el estudio de los diversos problemas que considere el Consejo, de manera permanente, se trabajará según tres medidas diferentes:*
 - a) *Trabajo de información.*
 - b) *Trabajo de revisión o crítica.*
 - c) *trabajo de organización o creación de nuevos centros e instituciones de educación superior y de investigación científica.*⁸⁴

Si bien uno de los objetivos principales del Consejo era la creación de nuevos espacios para la difusión de la ciencia y la técnica, en este último punto, la institución solicitó en ese año al secretario de Educación Pública Gonzalo Vázquez Vela, una moción suspensiva argumentando que: *“en tanto la Institución no haya estudiado los diversos proyectos de creación de los nuevos centros [se refiere a los proyectos de las escuelas de educación superior], no se organice alguno nuevo.”*⁸⁵ El secretario de educación apoyó esta propuesta. Esto fue muy importante, ya que nos indica que la nueva administración gubernamental estaba decidida a emprender nuevos proyectos, los cuáles no tuvieran que ver con los ya realizados por la UNAM, Institución que ya ofrecía carreras orientadas a los estudios científicos dentro de la Facultad de Filosofía y Letras – cuyo antecedente fue la Escuela Nacional de Altos Estudios fundada en 1910-, posteriormente, en 1936 fue creada la Escuela de Ciencias Físico-Matemáticas,

⁸⁴ Archivo Histórico de la Secretaría de Educación Pública (AHSEP), Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, D. F., exp. 2, f. 3.

⁸⁵ *Ibíd*, f.5.

dos años más tarde fue creado el Instituto de Investigaciones Físico-Matemáticas, para culminar finalmente en 1938 con el establecimiento de la Facultad de Ciencias y por otro lado con el recién creado Instituto Politécnico Nacional. Dicha institución logró agrupar a otras escuelas que tenían una orientación técnica, ellas fueron: la Escuela Nacional de Comercio, la Escuela Industrial de Artes y Oficios, la Escuela de Medicina Homeopática, la Escuela Superior de Construcción y la Escuela Superior de Industrias Textiles, entre otras.

Pese a estar frente a esta importante competencia intelectual, el Consejo de Educación Superior e Investigación Científica continuó sus labores y para 1936 se realizó un estudio del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales; dicho proyecto fue encargado al Consejo por el Departamento de Salubridad Pública, objetivo fue llevar a cabo la identificación de problemas de salubridad *“relacionados con las enfermedades tropicales, existentes en la República Mexicana en las zonas colindantes; también se dedicará a investigaciones a cerca de la higiene de la alimentación de los centros rurales; estudiará las intoxicaciones producidas por animales ponzoñosos y por plantas”*⁸⁶

Para 1937 el Consejo tuvo a su cargo la organización del Instituto Nacional de Educación Superior para Trabajadores, en los diversos planteles que los integraron fue impartida la educación secundaria y preparatoria de carácter técnico; también se tenía planeado organizar el Museo de la Industria y

⁸⁶ AHSEP, Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, D. F., exp. 2, f. 12.

la organización de una serie de conferencias impartidas por hombres de ciencia, pero sin duda lo más importante fue que a partir de ese momento y de acuerdo con la Reglamentación del artículo cuarto constitucional se planeó la creación de Centros Universitarios de la República a fin de unificar la Enseñanza Superior en el país, esto *“con miras a corregir la dispersión de tal capital disciplina y corregir las deficiencias que actualmente prevalecen”*⁸⁷

A pesar de la gran importancia que dicho Consejo pudo haber significado para el fomento de la ciencia y la tecnología todo parece indicar que tuvo una existencia corta, con el paso del tiempo, dicho organismo fue enfrentándose a una diversidad de problemas, como los ataques de la Universidad y de quienes la apoyaban en contra de la idea de que el Consejo se erigiera como el principal organismo de la investigación científica nacional, también las dificultades de presupuesto incrementaron las deficiencias en la investigación y en el desarrollo de proyectos, pero quizás la gota que derramó el vaso fueron los conflictos al interior de la SEP; es decir, la burocracia de la Secretaría estaba en contra de que los consejeros dictaran las pautas relacionadas con la educación superior y que además –en su opinión–, ignoraran la autoridad del Secretario de Educación, sobre todo en aquellos asuntos relacionados con el Consejo, que resolvían algunos de los vocales directamente con el presidente.⁸⁸ Para finales de 1938, el Consejo ya no solía ser visto como la principal organización gubernamental encargada de la

⁸⁷ AHSEP, Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, exp. 2, ff. 1-2.

⁸⁸ RIQUELME Alcántar, Gabriela M. Luisa, *Op, Cit*, p. 11.

investigación, promoción y difusión científica, incluso llegó a perder esta parte de su nombre denominándose sólo como Consejo Superior de Educación desapareciendo definitivamente en 1939.

Rosalba Casas Guerrero lanzó la hipótesis, de que el cierre del Consejo significó un problema crítico dentro de la política educativa y científica ya que el presidente Cárdenas se encontraba muy presionado por sus políticas de expropiación, las agrarias y las obreras, por esa razón las políticas científicas ya no tuvieron el mismo impulso que en los años anteriores;⁸⁹ esto sin duda, se puede considerar como un momento crítico dentro del proceso del fomento a la ciencia nacional.

Pese a las dificultades por las que se estaba pasando dentro de las políticas gubernamentales encaminadas a la ciencia, en ese mismo año; es decir 1939, México recibió una importante invitación para participar en un Congreso de Biofísica a celebrarse en la ciudad de Nueva York, éste sería organizado por la Sociedad Americana de Biofísica y Cosmobiología, su presidente el Dr. Luis C. Barail fue el que envió la invitación al presidente mexicano y al parecer Cárdenas se comprometió a enviar una delegación de científicos mexicanos a dicho congreso, aunque se debe decir que lamentablemente en los documentos de donde se ha sacado esta información no se mencionan los nombres de los científicos. Al finalizar el Congreso el Dr. Barail envió de nueva cuenta una carta a Cárdenas en donde expuso lo siguiente:

⁸⁹ Véase: CASAS Guerrero, Rosalba, *Op, Cit*, p. 31.

Lamentamos que los delegados que su gobierno prometió enviar no hayan venido, sin embargo, la participación de los mexicanos fue brillante.

Por esa razón, ha sido sometida a votación por la Asamblea que el Congreso de 1940 se llevará a cabo en México.

Yo personalmente estoy muy contento por esta decisión, y espero que el Dr. Apolonio Arias de Zarinana, el presidente de 1940 [se refiera a la nueva presidencia del Congreso] obtenga de su gobierno la ayuda necesaria para que el Congreso de 1940 sea un éxito.⁹⁰

La documentación disponible permite suponer que el Congreso de 1940 se llevó a cabo puesto que se argumenta que fue constituido un “Comité Nacional para el Congreso de la vida en 1940” cuyos propósitos eran: asegurar el éxito del congreso y contribuir a la prosperidad del país; sin embargo, por el momento no he podido localizar algún otro documento o un texto que haga referencia sobre él.

Otro de los aspectos de fundamental importancia dentro de la presidencia cardenista fue el énfasis en las carreras de carácter técnico, dirigiendo su atención a la creación de institutos, laboratorios y centros de investigación necesarios para elevar el nivel de la ciencia en México.⁹¹ Debemos aclarar que el apoyo a la enseñanza técnica no es propio de los años treinta, aunque en este periodo encontró una mayor difusión, sobre todo por la política de integración de los sectores populares tales como los obreros y campesinos.

EL CRECIMIENTO ECONÓMICO MEXICANO Y EL IMPULSO DE LA CIENCIA COMO ELEMENTO EN EL DESARROLLO DE LA NACIÓN. 1940-1960.

⁹⁰ Congreso de Biofísica celebrado en Nueva York, Archivo General de la Nación (AGN), Presidentes, Caja 0459, f. 433/406.

⁹¹ CASAS Guerrero, Rosalba, *Op, Cit*, p. 4.

En 1941 en la presidencia del general Manuel Ávila Camacho, fue creada la Dirección General de la Educación Superior y de la Investigación Científica, en donde quedó habilitado un Departamento de Investigación Científica. En cierta forma lo que se pretendía a través de éste era realizar actividades de reconocimiento de los recursos del país contaba. Para la Dirección era importante desarrollar el conocimiento científico y vincularse con las instituciones académicas de los Estados Unidos ya que:

es de la mayor importancia para nuestro país, conocer la organización técnica y económica de los centros de cultura superior de otras naciones, así como tener informaciones sobre los progresos que en materia de investigación científica, der adelanto en las nuevas técnicas, de mejoramiento en materia pedagógica y de organización administrativa, se han logrado en universidades de todo renombre.⁹²

Una serie de oficios fueron mandadas a todas las universidades de los Estados Unidos, entre ellas el Massachusetts Institute of Technology (MIT), la Universidad de Kansas, la Universidad de Carolina del Norte, la Universidad de Cambridge, la Universidad de Chicago, la Universidad de Michigan, la Universidad de Ohio; entre otras. Anexo al oficio fue mandado un cuestionario en donde se preguntaban datos sobre el número total de sus estudiantes, así como las carreras que se ofrecían.

Sin embargo, su existencia del Departamento fue muy corta y para el año siguiente se transformó en la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) encargada de actividades científicas:

⁹² AHSEP, Dirección General de la Educación Superior y de la Investigación Científica, H/013, Exp. 1

En 1943 el Gobierno Federal llegó a la conclusión de que debería suministrarse ayuda en mayor escala a la investigación científica y creó en ese año la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación científica (CICIC), durante la última guerra mundial. Esta comisión provista de fondos del Presupuesto Federal, está dedicada a promover la investigación en las ciencias matemáticas, físicas. Químicas, geológicas y biológicas y sus aplicaciones técnicas. Subvenciona investigaciones llevadas a cabo en laboratorios ya existentes y ha establecido varios propios para ramas especiales de la ciencia, como por ejemplo la radiactividad y la mecánica de suelos, donde el interés nacional lo pide. Otorga becas para investigación en nuestro país y en el extranjero, da fondos para mejorar las bibliotecas especializadas ya existentes y trabaja por contrato con instituciones mexicanas y extranjeras para ejecutar investigaciones que se consideran de importancia nacional. Ha organizado el Comité para la Investigación de Recursos Minerales de México y el Comité Coordinador de la Carta Geográfica de la República, ha trabajado con el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos, a través del Comité Mixto Mexicano Norteamericano, para el estudio del Volcán de Parícutín, donde se realizaron estudios volcanológicos y físicos, ha cooperado con la División de Conservación de la Unión Panamericana en estudios ecológicos de la fauna salvaje mexicana, y en muchos otros asuntos más. Los resultados de sus actividades se publican en sus anuarios, en los que han aparecido numerosos trabajos sobre toda clase de temas, desde las matemáticas puras hasta la vulcanología. Su política fundamental es la de otorgar libertad completa en la ejecución de la investigación. No se hace ninguna tentativa para formular un programa rígido que eliminaría todo lo que no estuviera conforme con él. Al contrario, cada caso se juzga por sus méritos, y se dan subsidios aun a proyectos muy alejados de los caminos conocidos, pues precisamente de las investigaciones en campos nuevos e inexplorados de donde los desarrollos científicos más sobresalientes del mañana tienen la mejor probabilidad de surgir.⁹³

En el Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta (AHCMSV) se encuentran varios tomos de los Anuarios de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica; dicha comisión tuvo por objeto como su nombre lo indica, dar impulso y coordinación a las investigaciones que se realizaban en la República Mexicana en el campo de las ciencias matemáticas,

⁹³ SANDOVAL Vallarta, Manuel, "El desarrollo contemporáneo de las ciencias Matemáticas y Físicas en México. (Discurso pronunciado en la Asamblea de la Unesco el 14 de noviembre de 1947", en: *Manuel Sandoval Vallarta. Obra científica*, Recopilación, preámbulo e introducción de Alfonso Mondragón y Dorotea Barnés, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Energía Nuclear, 1978, p. 470.

físicas, químicas y biológicas, así como el apoyo a las ciencias aplicadas derivadas de las anteriores con el fin de resolver problemas nacionales ligados con la industria la agricultura y la salubridad pública. Los primeros estudios que se realizaron tuvieron que ver con temas de ingeniería, minería, el petróleo, las industrias químicas, la agricultura, la ganadería, las industrias forestales, la medicina y la salubridad.

Para lograr sus objetivos, la CICIC formuló un programa de trabajo en el cual se pretendió dar impulso a la preparación de los investigadores científicos, así como procurar el mejoramiento de los técnicos, porque ellos eran los encargados de utilizar los progresos científicos.⁹⁴ En el decreto de creación de la CICIC del año 1943 se estableció que:

El progreso de la industria y de la agricultura supone perfeccionamientos correlativos de la ciencia y la técnica y que, consecuentemente, debe fomentarse la investigación, lo mismo en el campo de las ciencias puras que en el de las aplicadas y estimando también que los vínculos que unen entre sí a las ciencias físicas químicas y biológicas son de tal modo estrechos que todo adelanto importante de cualquiera de ellas afecta directamente las demás.⁹⁵

Es importante tomar en cuenta que el contexto internacional tuvo mucho que ver con la creación de esta Comisión. En la década de los años cuarenta la Segunda Guerra Mundial propició de nueva cuenta un crecimiento de la economía mexicana, en donde la industrialización cobró nuevos bríos por la demanda de productos manufacturados por parte de los países en guerra. Por esa razón, uno de los intereses de la CICIC fue llevar a cabo la creación y

⁹⁴ *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1943, p. 11.

⁹⁵ Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta (AHCMSV), Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Serie Administración, Caja 10, Exp. 9.

mantenimiento de laboratorios de investigación científica para el estudio de los problemas de la agricultura y de la industria y con este fin: “se llevaron a cabo pláticas con la Confederación de Cámaras Industriales y con varios prominentes directores de industrias para encontrar la manera de establecer en la Ciudad de México y en los principales centros industriales del País, laboratorios de investigación científica y técnica, al servicio de las empresas industriales.”⁹⁶ La intención de organizarse con las principales empresas industriales del país tuvo éxito y para 1944 después de una serie de reuniones se logró conformar un Comité que presentó al Secretario de Economía Nacional tres proyectos, uno de organización, otro de financiamiento y finalmente uno de instalación y funcionamiento de laboratorios nacionales.

CUADRO 1. MIEMBROS DEL COMITÉ ORGANIZADO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS NACIONALES. 1944.

NOMBRE	CARGO/EMPRESA
Ing. Ignacio Aguerrebere Monroy.	Director General de Normas de la Secretaría de Economía Nacional.
Ing. Quím. Manuel Torres Torija.	Subdirector General de Normas
Ing. Raymundo Cuervo.	Nacional Financiera.
Ing. Federico Barona.	Comisión Nacional de Irrigación.
Ing. José Domingo Lavín.	Confederación de Cámaras Industriales.
Ing. Ricardo Monges López.	Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica.

Elaboración propia con base a los datos tomados de: *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1944.

Como podemos notar, durante la presidencia de Ávila Camacho se mostró un interés por impulsar la ciencia, para él era indispensable contar con una sólida base científica ya que:

⁹⁶*Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1944, p. 14.

*el progreso de la industria y de la agricultura nacionales, suponen perfeccionamientos correlativos de la ciencia y la técnica y, consecuentemente debe formarse la investigación, los mismo en el campo de la ciencias puras que en el de las aplicadas.*⁹⁷

Entonces, la ciencia y por lo tanto los estudios científicos y técnicos, debían tener una relación directa con las necesidades del país, con ayuda de estos conocimientos podría ser posible llegar a la solución de varios de los problemas de atraso económico y tecnológico de México, con la CICIC esto podría lograrse, sobre todo porque:

*la situación anormal creada por la guerra actual [se refiere a la Segunda Guerra Mundial] y los múltiples problemas que implica, especialmente la imposibilidad de importar diversos artículos de uso común o de consumo necesario y la conveniencia de exportar nuevos productos fabricados con nuestras propias materias primas han determinado –con la necesidad inaplazable de formular y realizar un programa de investigación científica que tienda a procurar el progreso de la Nación–, la conveniencia de crear un órgano consultivo técnico y científico para el Gobierno Federal.*⁹⁸

Sin embargo, era necesario ir contra corriente y superar las condiciones propias del país puesto que por mucho tiempo no habían sido propicias ni favorables para lograr del todo los objetivos, era pues el momento de cambiar las cosas y dar prioridad a las capacidades nacionales, los apoyos dados por los gobiernos posrevolucionarios tratarían de revertir este hecho y de propiciar las condiciones para que los mexicanos se encargasen de llevar a su país al progreso.

En 1944 fue creado el Comité Directivo para la investigación de los Recursos Minerales de México con la cooperación de la Secretaría de Economía

⁹⁷ Tomado de: CASAS Guerrero, Rosalba, *Op, Cit*, p. 36.

⁹⁸ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Serie Administración, Caja 10, Exp. 9.

y la Universidad Nacional. Dicho Comité se encargó de localizar y estudiar los diversos minerales que existían en el país, especialmente los que se consideraban como materias primas para la industria; sin embargo, hubo algunos minerales que recibieron una mayor atención como fue el caso del uranio; se dio preferencia a su localización, estudio y cuantificación de sus yacimientos en espera de que en poco tiempo se pudiera tener conocimiento exacto de los recursos de uranio con que cuenta México.⁹⁹

Después de la presidencia de Ávila Camacho, los gobiernos de Miguel Alemán Valdés (1946-1952), Adolfo Ruiz Cortines (1952-1958) y Adolfo López Mateos (1958-1964) dieron continuidad al apoyo de las actividades científicas.

En 1946 se continuó dando importancia a la investigación de recursos minerales del país como se aprecia en el siguiente cuadro.

CUADRO 2. INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES EN MÉXICO. 1946.

ESTUDIO	ESTADO DE LA REPÚBLICA
Estudio Geológico Minero del ex Distrito de San Ignacio.	Estado de Sinaloa.
Depósitos de manganeso denominados "Valle de Manganeso."	Estado de San Luis Potosí.
Investigación Geológica.	Estado de Aguas Calientes.
Estudio del volcán de Parícutín.	Municipio de Uruapan, Estado de Michoacán.
Estudio Geológico-Económico de los mantos de barita ubicados en la Sierra de Santa Rosa.	Estado de Coahuila.

⁹⁹ *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, México, CICIC, 1944, p. 13.*

Yacimientos de Cobre y Mercurio de La Fragua.	Municipio de Ajuchitlán, Estado de Guerrero.
Criaderos Minerales de el Bote	Estado de Zacatecas.
Estudio preliminar sobre la zona minera de Urique.	Estado de Chihuahua.
Yacimiento Carbonífero de Año Nuevo.	Municipio de Manuel Benabides, estado de Chihuahua.
Reconocimiento geológico de los yacimientos de uranio de El Zotolar.	Estado de Chihuahua.

Elaboración propia con base a los datos obtenidos de: *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1946.

Como podemos notar, el Estado de Chihuahua tuvo mucha importancia para la investigación mineral, sobre todo al año siguiente; es decir, en 1947, cuando al continuarse con el estudio del yacimiento de uranio de el Zotolar, se obtuvieron 180 muestras las cuáles se analizaron física, química y metalúrgicamente en el Laboratorio del Instituto de Geología de la UNAM así como en el Laboratorio de Radiactividad de la CICIC, comenzándose el trazo de planos detallados de todas la afloraciones del yacimiento. La importancia que fue cobrando el uranio a nivel internacional y su búsqueda en el territorio nacional hizo posible que la CICIC nombrara un Comité encargado de redactar un anteproyecto de Ley para constituir la Comisión Nacional de Energía Atómica con el fin de reglamentar la utilización de minerales radiactivos. Para 1947 el anteproyecto fue enviado a la presidencia de la República.

En 1950 fue creado en Instituto Nacional de Investigación científica (INIC), encargado de fomentar, desarrollar y coordinar las investigaciones científicas. El INIC se propuso las tareas de promover el uso racional y la conservación de los recursos naturales, del país; coordinar los programas de

investigación científica con las distintas dependencias del gobierno federal; establecer y sostener laboratorios e instituciones de investigación en las ciencias puras que se consideraran de importancia para el desarrollo científico del país y colaborar en la formación de investigadores y técnicos.¹⁰⁰

La “Revolución verde” o también denominado “Proyecto verde” fue otra iniciativa impulsada por el gobierno con el fin de mejorar la producción agrícola en el país a través de la implementación de la ciencia y la tecnología sobre la base de una producción extensiva en el campo mexicano. Inició en la década de los años cincuenta y tuvo por objetivo la selección genética de nuevas variedades del cultivo de alto rendimiento, asociada a la explotación intensiva permitida por el riego y el uso de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores y maquinaria pesada.¹⁰¹ La iniciativa verde no fue un proyecto que se le ocurriera al gobierno mexicano ya que encontramos sus precedentes en 1941 cuando el presidente de los Estados Unidos Henry Wallace se reunió con el presidente de la Fundación Rockefeller Raymond Fosdick para planear un programa de desarrollo agrícola dirigido a América Latina y particularmente a México. Ya para 1943 se inició en el país el Programa Mexicano de Agricultura, para la mejora del maíz y el trigo. Cabe destacar que esta tarea de mejoramiento agrícola, el ingeniero agrónomo tuvo un destacado papel ya que a través de su conocimiento y capacidades podría transformar la agricultura tradicional a una de corte moderno.

¹⁰⁰ CASAS Guerrero, Rosalba, *Op, Cit*, p. 47.

¹⁰¹ CECCON, Eliane, “La revolución verdes tragedia en dos actos”, en: *Ciencias*, Vol. 1, Núm, 91, julio-septiembre, México, UNAM, 2008, p. 21.

La implementación de este proyecto cambiaría las prácticas agrícolas y modernizaría la agricultura mexicana, el conocimiento basado en la ciencia y la tecnología apoyado por los ingenieros agrónomos debía suplantar eliminar el conocimiento tradicional que los agricultores habían estado utilizando por años. El contexto internacional enmarcado por la Segunda Guerra Mundial hizo que este proyecto fuera cobrando una mayor fuerza y que el gobierno mexicano se convenciera de llevarlo a cabo.¹⁰²

Otro proyecto de igual importancia para el desarrollo de la ciencia y que el gobierno mexicano implementó en esos años fue el apoyo al proyecto nuclear ya que de acuerdo con Luz Fernanda Azuela y José Luis Talancón, en 1949 el presidente Miguel Alemán emitió la primera Ley Nuclear en México. En ella se declaró que los yacimientos de uranio, torio y cualquier otra sustancia que contuvieran isótopos que pudieran producir energía nuclear.¹⁰³ Esa sustancia debía formar parte de las reservas nacionales y por tanto su explotación sólo se podía realizar por el Estado, si algún titular de una propiedad descubría la existencia de uranio o torio debía dar aviso a las autoridades para que el asunto quedara a disposición del Ejecutivo Federal.¹⁰⁴

¹⁰² Eliana Cecon sostiene que al finalizar el conflicto bélico los conocimientos científicos que los Estados Unidos había venido acumulando durante la industria bélica, fueron utilizados para en usos civiles como ejemplo está la rápida fabricación de tractores a partir de la experiencia en la fabricación de tanques de combate, pero también en la fabricación de los agrotóxicos, *Ibidem*, p. 22

¹⁰³ Los isótopos son las variedades de átomos que tienen el mismo número atómico. Para que un isótopo sea radiactivo debe tener una porción de neutrones que propicien la inestabilidad del núcleo

¹⁰⁴ Véase: *Reglamento de la ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos de Uranio, Torio y las demás sustancias de las cuáles se obtengan isótopos hendibles que puedan producir energía*

Es importante tomar en cuenta que a nivel internacional la energía atómica había venido desarrollándose de manera vertiginosa, pero sobre todo después de lo sucedido con Hiroshima y Nagasaki, se diría que los avances nucleares se realizarían con fines pacíficos. Su uso en la generación de energía eléctrica sería el principal objetivo de dichas investigaciones. En una publicación que Vicente Lombardo Toledano realizara en el año de 1950, quedaría clara la importancia de los acontecimientos internacionales en el devenir de todas las sociedades del mundo:

...Todo lo que ocurre en un país, en cualquier país, está ligado al curso general de los acontecimientos internacionales. El salario de los obreros, el disfrute de los bienes de la tierra por los campesinos, los precios de los productos agrícolas, la estabilidad y la prosperidad de la industria, el juego de los partidos políticos y la vigencia de los principios democráticos en el sistema electoral; todo esto depende en gran parte de la situación internacional.

En México, para México, esta relación aparece más clara todavía; vivimos geográficamente al lado de la potencia imperialista más grande de todos los tiempos y lo que esta potencia haga nos afecta y nos afectará profundamente. Entender esto es una necesidad apremiante en nuestro pueblo, y sobre todo de los dirigentes de nuestro pueblo.

Pero cuando digo que es preciso entender esto, lo digo pensando en la más justa acepción de la palabra entender. Entender el mundo en que vivimos, el tiempo en que vivimos, las relaciones auténticas entre las distintas fuerzas que operan en la escena mundial, el contenido, el significado y el rumbo verdaderos de la política de estas fuerzas es decir, entender hondamente los hechos de la vida internacional y, por tanto, no obrar ni positiva ni torpemente.¹⁰⁵

La era atómica había comenzado en muchas partes del mundo, los Estados Unidos y Rusia encabezaban la lista de los países que utilizaban la energía

nuclear, versión electrónica disponible en:
www.sgm.gob.mx/acerca/pdf/REGLAMENTO_LEY_uranio.pdf. 25-ene-12.

¹⁰⁵ LOMBRADO Toledano, Vicente, "Lo internacional es parte decisiva de lo nacional" en: *Hechos e ideas de nuestro tiempo*, México, El popular diario al servicio de la nación, 1950, p. 3. Texto ubicado en AHCMSV, Sección Folletería, Subsección política, Caja 72, exp. 3.

atómica. Incluso en la revolución verde lo nuclear también se vio involucrado, sobre todo en el desarrollo de técnicas para combatir las plagas mediante la esterilización de ejemplares irradiados y para la conservación de alimentos mediante la esterilización nuclear.¹⁰⁶

Como bien nos lo hace notar Lombardo Toledano, México no podía quedar rezagado ante las novedades internacionales, es por ello que decidí incluir la reflexión de este intelectual para poder ejemplificar la importancia del impacto que tienen las decisiones internacionales en la vida de muchas naciones y por su puesto los adelantos científicos y tecnológicos no pueden faltar en las agendas de las políticas nacionales.

Para el México de ese tiempo ingresar a la era atómica era un asunto de gran magnitud para el desarrollo y adelantos científicos los cuales lo llevarían a la máxima expresión de la modernización. Esta premisa continuaría durante el mandato de Adolfo Ruiz Cortines y para 1955, este mandatario envió una iniciativa de ley para crear la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), dicha ley fue aprobada y para el año siguiente se establecerían los objetivos y obligaciones de dicho organismo. La nueva Comisión se encargaría de realizar estudios y exploraciones del territorio pero a diferencia de las comisiones creadas con anterioridad, ésta se concentraría en la búsqueda de los minerales utilizados para la generación de la energía nuclear; es decir, del uranio.

¹⁰⁶ CECCON, Eliane, *Op,Cit*, p. 22.

El entusiasmo de algunos científicos mexicanos –sobre todo los físicos– por las investigaciones en energía nuclear en México hizo posible que el gobierno apoyará una serie de proyectos de investigación científica en este rubro. Sin duda este aspecto nos muestra una importante vinculación entre la ciencia y la política en México.

Finalmente, es importante cuestionarnos hasta qué punto los gobiernos mexicanos han presentado un verdadero interés en el desarrollo de la ciencia mexicana, con lo expuesto en las líneas anteriores podemos ver que el apoyo gubernamental no fue dado de una manera generalizada a todas las ciencias; es decir, el apoyo fue destinado solamente a aquellos rubros en los que se presentó un notable interés económico, esto posiblemente nos lleve a afirmar que las políticas públicas encaminadas a la ciencia no se hayan desarrollado del todo y que más bien los adelantos que se fueron logrando en las diversas disciplinas científicas provinieron de parte de la propia comunidad científica.

CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE LAS CIENCIAS EXACTAS EN MÉXICO: LA CONFORMACIÓN DE LAS REDES CIENTÍFICAS EN LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX.

EL ANÁLISIS DE LAS REDES CIENTÍFICAS EN MÉXICO.

En historia de las ciencias, hasta el momento, el análisis de las redes ha sido poco explorado por los historiadores, esto se ha podido constatar con la búsqueda de material para nuestro estudio. El resultado, ha sido una falta de investigaciones al respecto, lo que nos quiere decir que realmente ha sido un tema poco abordado, o en su caso, no ha sido objeto de un análisis más profundo. No obstante, hay algunas aproximaciones que nos dan cuenta de la

importancia que tiene emprender dicho estudio, debido a que a través del rastreo de estas redes es posible reforzar la hipótesis de que en México existió un gran interés y compromiso con la ciencia tanto en el sentido de su producción como también en el de su difusión. En estos puntos, muchos de los trabajos publicados por los historiadores de las ciencias, han logrado demostrar que durante las diversas etapas de la historia de México, la ciencia fue un elemento importante, aunque es evidente que cada uno de los periodos cuenta con sus propios matices.¹⁰⁷

Para comenzar con las fuentes que de alguna manera han tomado en cuenta el análisis de las redes científicas en México, debemos mencionar en primer lugar el estudio de Leticia Mayer Celis.¹⁰⁸ Si bien no se centra en nuestro periodo de estudio, resulta ser una obra de gran importancia ya que para ella fue indispensable acercarse al conocimiento de la comunidad científica mexicana del la primera mitad del siglo XIX con el fin de entender el avance de la estadística mexicana a través de los científicos. En sus palabras:

¹⁰⁷ Sobre estos temas, contamos ya con una considerable bibliografía, algunos ejemplos son: GORTARI, Eli De, *La Ciencia en la Historia de México*, México, Grijalbo, 1979, 446 p; MENCHACA, Arturo (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, CONACULTA-FCE, 2000, 261 p; RAMOS Lara, María de la Paz (coord.), *La relatividad en México*, México, UNAM, 2008, 170 p; TRABULSE, Elías, *El círculo rojo. Estudios históricos sobre la ciencia en México*, segunda edición, México, Fondo de Cultura Económica, 1996, 247; LAZARÍN Miranda, Federico, *La política para el desarrollo. Las escuelas Técnicas, Industriales y Comerciales en la ciudad de México, 1920-1932*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, 1996, 127 p; PÉREZ Tamayo, Ruy, *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*, México, Fondo de Cultura Económica, 2005, 319 p. y RUIZ, Rosaura, Arturo Argueta y Graciela Zamudio (Coords), *Otras armas para la independencia y la Revolución. Ciencia y Humanidades en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2010, 311 p; entre muchos otros.

¹⁰⁸ MAYER Celis, Leticia, *Entre el infierno de una realidad y el cielo de un imaginario. Estadística y comunidad científica en el México de la primera mitad del siglo XIX*, México, El Colegio de México/Centro de Estudios Históricos, 1999, 188 p, ils.

*pensamos que después de la guerra de independencia, la estadística descriptiva fue la forma científica de conocer a la nación, pero principalmente de crear y recrear al naciente país, de concebir el gran imaginario de 'lo nuestro'. en otras palabras, que existen elementos interpretativos del quehacer histórico ligados a la concepción de la nación que se han dejado de lado en los trabajos sobre la primera mitad del siglo XIX.*¹⁰⁹

La metodología propuesta por Mayer resulta ser muy novedosa en la interpretación del surgimiento de la identidad nacional mexicana, la estadística resultaba ser una herramienta de conocimiento del territorio, de las riquezas con las que contaba y de las características de su población. Pero lo que en este caso nos es útil como guía para nuestro estudio, es la segunda parte del texto en donde analiza cómo la comunidad científica de ese tiempo se conformó a través de las redes que fueron estableciendo no sólo en el propio territorio sino también al exterior, esto sin duda propició que la estadística comenzara su proceso de institucionalización con la creación del Instituto Nacional de Geografía y Estadística de México en 1833.¹¹⁰

A través de una importante serie de conexiones, los científicos estaban al tanto de los resultados que iban arrojando las estadísticas nacionales y extranjeras. El texto de Mayer nos proporciona valiosa información sobre lo que ocurría con algunas de las sociedades científicas y por ende de las redes que se

¹⁰⁹ *Ibidem*, p. 13.

¹¹⁰ Algunos de sus socios fueron: José Gómez de la Cortina, Ignacio Mora, Ramón del Moral, Joaquín Velázquez de León, Manuel Ortiz de la Torre. La autora hace un interesante listado de los socios honorarios y corresponsales; también nombra a algunos socios extranjeros como Humboldt y Arago en París, el barón de Preiffenberg en Bruselas y L. Smith en los Estados Unidos. *Ibid*, pp. 85 y 97.

fueron estableciendo en torno a la estadística.¹¹¹ En su estudio, estas últimas jugaron un papel importantísimo en la difusión del conocimiento:

por medio de un seguimiento de redes sociales identificamos a las personas que funcionaron como “egos” centralizadores, tanto de las relaciones sociales como del intercambio académico. Valiéndonos de estas redes también es factible reconocer a los participantes de los diferentes grupos de interacción y de sus conexiones sociales e incluso familiares cuando existieron.¹¹²

Comparto sin duda el argumento de Mayer, sobre todo porque a través de su estudio de redes podemos comprender cómo algunos mexicanos de esa época se involucraron en la ciencia, cómo la concebían y la practicaban. Las redes nos ayudan a ver más profundamente estos aspectos de la vida científica del país, es por ello que, éstas también juegan un papel importante en la conformación del conocimiento científico del siglo XX.

Hasta el momento, el trabajo de esta historiadora ha sido el más completo sobre redes científicas que he podido consultar y lo más importante es que cuenta con una perspectiva histórica; es decir, hay otros trabajos que hacen referencia a las redes científicas pero resultan ser estudios centrados en temas más actuales y algunos de ellos sólo las toman como un parámetro metodológico, sin realizar estudios más detallados sobre los elementos que componen esas redes. Pese a ello no debemos restarles importancia dentro de la historiografía de la ciencia mexicana.

Los dos trabajos de los que se hablará a continuación fueron presentados en el Primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la

¹¹¹ Entre ellas menciona a la que se formaron en París, Berlín, Londres y los Estados Unidos.

¹¹² MAYER Celis, Leticia, *Op, Cit*, p. 103.

Ciencia y la Tecnología;¹¹³ se trata de pequeños artículos que plantean dos propuestas muy interesantes que proponen el análisis de redes como una posibilidad para comprender la forma cómo se ha dado el desarrollo de la ciencia y los flujos de conocimiento.

El primero de ellos, se titula *Una propuesta para la evaluación integral de la actividad científica: la conectividad en las redes cooperativas de conocimiento*.¹¹⁴ En este artículo, los autores plantean que se encuentra consolidada la perspectiva de interacción en los modos de producción de conocimiento e innovación, en donde el paradigma de la red: *“ha tenido un importante impacto en los enfoques conceptuales sobre la articulación entre la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) [...] sino también en un modo distinto de diseñar e implementar políticas públicas en CTI”*¹¹⁵

El estudio de las redes nos permite ampliar nuestros horizontes de análisis y tomar a los científicos no como individuos pasivos encerrados en su actividad intelectual sino más bien como agentes sociales y activos que luchan para obtener un mayor número de apoyos para seguir adelante con sus investigaciones y con la difusión de las mismas.

¹¹³ Los trabajos fueron tomados de: LAZARÍN Miranda, Federico, (ed), *Memorias del Primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, Disco compacto, México, Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología, 2007.

¹¹⁴ IBARRA, Andoni, Julieta Barrenchea y Javier Castro Spila “Una propuesta para la evaluación integral de la actividad científica: la conectividad en las redes cooperativas de conocimiento” en: *Ibíd*, pp. 23-46. Este trabajo no es un análisis sobre el caso mexicano sino más bien hace referencia a una investigación elaborada en el País Vasco, además conviene señalar que su análisis gira en torno a los usos metodológicos de las redes más que al análisis de un caso en concreto. No obstante, resulta importante tomarlo en cuenta ya que ayuda a entender la dinámica de las redes sociales.

¹¹⁵ *Ibíd*, p. 23.

El segundo trabajo se titula *Redes y flujos de conocimiento en la acuacultura en el norte de México*.¹¹⁶ En él, también encontramos el uso metodológico de las redes, pero se plantea como una forma de ver cómo se lleva a cabo la producción y sobre todo la transferencia del conocimiento. Para los autores, la conformación de las redes es una articulación entre las diversas instituciones del país tales como las universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales y también de los sectores productivos. Todas estas instituciones son de gran importancia para los científicos y la ampliación de sus redes ya que a través de ellas se logran mayores contactos y por tanto un incremento del conocimiento científico.

Lo interesante de estos trabajos en particular es que logran demostrar que la metodología puede resultar efectiva cuando tomamos temas en los que la transferencia de conocimientos involucra a un buen número de personas y la forma en cómo estas colectividades se involucran con una serie de instituciones que también apoyan la labor científica.

La formación de redes dentro de la comunidad científica es una práctica constante y se da en muchas partes del mundo. Para ejemplificar este hecho contamos con el texto titulado *Redes intelectuales trasnacionales*¹¹⁷ En él hay varios artículos que establecen la relación entre las redes y la educación sobre

¹¹⁶ CASAS Guerrero, Rosalba, Jorge Dettmer y Laura Célis, "*Redes y flujos de conocimiento en la acuacultura en el norte de México*", en: Federico Lazarín Miranda, *Op, Cit*, pp. 979-1004.

¹¹⁷ CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Redes intelectuales trasnacionales. Formas de conocimiento académico y búsqueda de identidades culturales*, Trad. José M. Pomares, Barcelona-México, Ediciones Pomares, 2006, (Colección Educación y Conocimiento), 432 p.

todo en el nivel superior. Los contactos que se establecen entre científicos, propician de manera favorable la movilidad estudiantil. La obra está dividida en tres partes y los artículos que las componen nos remiten a las formas de la transferencia o intercambios del conocimiento y las consecuencias que estos hechos tuvieron en las naciones europeas que se vieron involucradas en ello. De acuerdo con la información y documentación disponible, varios autores se dieron cuenta de la presencia de las redes de conocimiento y de la movilidad de los estudiantes que ellas permitieron Francia, Alemania y posteriormente los Estados Unidos fueron algunos de los núcleos más importantes de concentración intelectual.¹¹⁸

Las propuestas que algunos de los autores plantean en sus artículos, nos pueden servir como referente para iniciar una investigación del caso mexicano que tenga que ver con dicha movilidad y en este sentido, debemos preguntarnos ¿Qué tan común era la movilidad estudiantil hacia el extranjero?, ¿Quiénes eran los estudiantes que tenían la posibilidad de hacerlo, cuáles eran sus condiciones sociales y académicas que permitieron el traslado para ejercer sus estudios? Y finalmente ¿Cuál era el destino; es decir, con qué país o países abrían las posibilidades a los estudiantes mexicanos?

¹¹⁸ Algunos de los títulos de los artículos que podemos utilizar para nuestro trabajo son: HARWOOD, Jonathan, "Diferencias nacionales en la cultura académica: ciencia en Alemania y Estados Unidos entre las dos guerras mundiales"; DHOMBRES, Jean, "Vicisitudes en la internacionalización; redes internacionales en matemáticas hasta la década de 1920"; MOULIN, Anne marie, "La red internacional de trabajo del Instituto Pasteur: innovaciones científicas y tropismos franceses" KARADY, Víctor, "Movilidad estudiantil y universidades occidentales; pautas de intercambio desigual en el mercado académico europeo, 1880-1939"; CHARLE, Christophe "Redes intelectuales de dos destacadas universidades: París y Berlín, 1890-1930". Todos ellos en: *Ibíd.*

Al respecto de este tema, Federico Lazarín Miranda ha estado investigando¹¹⁹ sobre Manuel Sandoval Vallarta y en la formación que éste tuvo durante su vida de estudiante para llegar a convertirse en un físico prominente, para él es evidente que su educación tanto formal como informal así como su contexto social, familiar y cultural influyeron en su formación como científico, todo ello abrió sus posibilidades de ir a estudiar en el extranjero, en un primer momento a los Estados Unidos cuando logró ingresar al MIT para realizar sus estudios en Ingeniería en Electroquímica de 1917 a 1921 para 1923 inició el Doctorado en Ciencias, trasladándose posteriormente a Europa a realizar sus estudios Posdoctorales, esto gracias a una beca Guggenheim a la que se hizo acreedor. El caso de Sandoval Vallarta sin duda es muy representativo de la movilidad estudiantil; sin embargo hasta el momento no hay muchos estudios que nos den cuenta de la cantidad de estudiantes que lograron lo que este importante físico mexicano.

Existe otro trabajo que podemos tomar como precedente de estas investigaciones, pero su análisis está centrado en el siglo XIX. En 1987 Mílada Bazant publicó un artículo titulado *Estudiantes mexicanos en el extranjero; el caso de los hermanos Urquidi*.¹²⁰ En él la autora argumenta que lograda la independencia fue común que las familias ricas mandaran a sus hijos a estudiar

¹¹⁹ LAZARÍN Miranda, Federico, "La formación de un científico. Educación formal de Manuel Sandoval Vallarta, 1899-1929", avance de investigación presentado en el Seminario de Historia Mundial: "Aprendiendo Historia de las Ciencias" de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, presentado el 27 de enero de 2011.

¹²⁰ BAZANT, Mílada, "Estudiantes mexicanos en el extranjero: el caso de los hermanos Urquidi", en: *Historia Mexicana*, México, Vol. XXXVI, núm. 4, abril-junio, 1987, pp. 739-758.

en el extranjero, la explicación a esto era que estas familias consideraban que en México no existía un buen nivel académico. Para mediado del XIX era frecuente que:

los jóvenes mexicanos, egresados de las escuelas superiores como la Escuela de Minería o Medicina, salieran del país a realizar estudios de posgrado. Muchos se dirigían a Europa –a París, Roma o Alemania-, pero también a Estados Unidos. Esta práctica aumento conforme avanzó el tiempo, de tal manera que a fines del siglo la mayoría de los hijos de las familias pudientes habían estudiado en el extranjero.¹²¹

En el porfiriato, la práctica de ir a estudiar a extranjero continuó, incluso llegó a intensificarse a finales del siglo, el ejemplo de la familia Sandoval Vallarta es representativo ya que ellos consideraron importante que su hijo realizara sus estudios en el extranjero y no hemos de equivocarnos al afirmar que él mismo haya compartido esta visión e impulsó y promovió a sus alumnos para que estudiaran en el exterior del país. Habrá que ver si todos o la mayoría de nuestros científicos contaron con la misma suerte.

En suma, la historia de las ciencias en México ha sido un tema al cual muchos investigadores han comenzado a prestarle una mayor atención y en este sentido, los historiadores no hemos quedado atrás. Las reconstrucciones históricas sobre este tema han dado muy buenos resultados, pero aún nos queda mucho trabajo que realizar, a partir de esto es que considero de gran relevancia hacer un análisis sobre las redes científicas en nuestro país durante la primera mitad del siglo XX.

LA CONFORMACIÓN DE LAS REDES CIENTÍFICO-SOCIALES.

¹²¹ *Ibíd*, p. 739.

La creciente interdisciplinariedad en la historia ha hecho posible que algunas de las herramientas metodológicas propias de otras ciencias sociales puedan ser de utilidad en la reconstrucción de un proceso histórico. Esto ha significado un importante avance en nuestra disciplina ya que con ello se han logrado nuevas interpretaciones, respondiendo a nuevos tipos de preguntas las cuales han dado lugar a la apertura de nuevos temas de investigación.

Para ejemplificar lo anterior hablaremos del uso de la teoría de las redes. Ésta ha venido cobrando importancia dentro de los estudios sociales ya que permite al investigador establecer una serie de conexiones y correlaciones, en este caso sociales, entre variables que pertenecen a una misma estructura; es decir, elementos que poseen características similares entre sí. El concepto de redes sociales puede ser observado en la descripción del proceso clave de las relaciones de los actores en su trayectoria histórica.¹²²

El uso de las redes es muy importante ya que nos permite tener una visión de conjunto de las dinámicas propias del grupo a analizar, ellos en ninguna forma pueden ser vistos como individuos pasivos, más bien son personajes muy activos en sus procesos de socialización que van poco a poco haciendo que el tejido de la red se haga más amplio. Así pues, mediante el uso metodológico de las redes sociales, proponemos la reconstrucción de la vida de un grupo de científicos mexicanos, que mi opinión fueron uno de los agentes

¹²² GONZÁLEZ Gómez, Carmen Imelda y Manuel Basaldúa Hernández, "La formación de redes sociales en el estudio de actores y familias. Perspectiva de un estudio en historia y antropología", en: *Redes. Revista hispana para el estudio de redes sociales*, vol. 12, núm. 8, junio 2007. Agradezco a la Dra. Luz Elena Galván Lafarga el haberme proporcionado este artículo.

principales en la institucionalización de la ciencias exactas en México; es decir, de la física y las matemáticas.

El estudio de esta red, también nos permite ver cómo los científicos fueron convirtiéndose –como ha dicho Roderic Ai Camp para la élites de poder en México-, en individuos de gran influencia, cuyas decisiones determinan la asignación y la aplicación de los recursos importantes, así como las actitudes y la conducta al interior, en este caso, del propio grupo científico.

El uso de la red nos ayudará a comprender cuáles fueron sus características; es decir, qué elementos fueron los que les permitieron convertirse en hombres sobresalientes y qué influencia tuvieron en el desarrollo de la ciencia; en otras palabras qué tipo de relación establecieron entre ellos y qué tipo de relaciones establecieron con otros sectores sociales. Sin duda, el grupo que nos proponemos a estudiar poco a poco fue convirtiéndose en una élite del poder, entendida ésta como un grupo de líderes, que mediante cargos y roles en una organización, fue responsable de mantener las estructuras sociales y definir políticas.¹²³

Para que los historiadores podamos comprender esto, es necesario analizar qué es lo que había detrás del discurso de “hacer ciencia”; es decir, para qué fines debía realizarse. Los intelectuales de la época, daban mucha

¹²³ Esta definición la he tomado de Roderic Ai Camp, quien hace un análisis de las élites del poder en México, si bien su enfoque se relaciona más con la historia política, esto puede ser aplicable en nuestra investigación ya que como se verá más adelante, en el momento en el que este grupo científico se logró consolidar e involucrar cada vez más en diversos proyectos de investigación científica fueron cobrando una mayor presencia en el panorama nacional y en algunos casos hasta mundial. Ver: CAMP, Roderic Ai, *Las élites de poder en México. Perfil de una élite de poder para el siglo XXI*, primera edición en español, México, Siglo XXI, 2006, 360 p.

importancia al conocimiento científico, éste era necesario para hacer de México una nación moderna, en palabras de Alfonso Pruneda:

*El hombre cultiva la ciencia por la ciencia, de modo desinteresado, olvidándose hasta cierto punto de que existe la humanidad, que espera y que necesita de la ciencia, para su progreso y bienestar. Pero, también, la cultiva, para aplicarla a llenar esas esperanzas y colmar esas necesidades. Una es la ciencia pura y otras las ciencias aplicadas o, como decía Pasteur, una es la ciencia y otras las aplicaciones de la ciencia. De todas maneras, ese cultivo constituye una de las prerrogativas más altas y una de las preocupaciones más hondas de la época contemporánea, en que la humanidad, a pesar de cuanto se ha dicho y se sigue diciendo en contra de la ciencia, todavía ama a esta y cree en ella.*¹²⁴

Este argumento, permite observar que se pensaba que si había conocimiento científico, entonces debía haber mejoras en las condiciones de vida en términos económicos, sociales y materiales y por tanto los científicos fueron convirtiéndose, como en muchas otras partes del mundo, en un elemento muy importante dentro de la sociedad:

*Los que se dedican a la investigación científica, saben bien que para ello, después de fijarse el campo en el que habrán de trabajar, necesitan poner en juego singulares habilidades: disciplina, laboriosidad, liberación de prejuicios, decisión, prudencia, audacia, perseverancia, paciencia que en ocasiones llega a la abnegación, espíritu de sacrificio que a veces se turna en heroísmo; cualidades todas que hacen tan respetable la personalidad del investigador y que no le ensobrecen si realmente es digno de tan notable investidura.*¹²⁵

Mediante el rastreo de las redes científicas uno de mis objetivos será ver si las cualidades que Pruneda mencionó en las líneas anteriores son o no las que caracterizaron a nuestro grupo.

¹²⁴ PRUNEDA, Alfonso, "La función social de la ciencia por el Dr. Alfonso Pruneda", en: *Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias "Antonio Alzate (1884-1930) bajo la dirección de Rafael Aguilar y Santillán"*, Tomo 54, Núm. 1,2,3, México, 1934, p. 49.

¹²⁵ *Ibíd*, p. 52.

Sin embargo, antes de continuar con este análisis, es importante tomar en cuenta el panorama mundial; es decir, qué es lo que estaba ocurriendo en otras partes del mundo no sólo en materia científica sino también en lo educativo.

En Europa, el conocimiento científico ya era toda una tradición, el cultivo de la ciencia se fomentaba en las universidades. Fue precisamente en estos espacios en donde se gestaron una serie de redes que con el paso del tiempo propiciaron una importante movilidad estudiantil hacia los principales centros educativos de la Europa occidental; es decir Francia con la Sorbona y Alemania con la Universidad de Berlín. Que los jóvenes estudiantes de otros países europeos hayan tenido la posibilidad de estudiar en el extranjero generó una creciente transferencia del conocimiento, pero de igual manera una fuerte competitividad entre las instituciones receptoras de los estudiantes. Víctor Karady hizo un análisis sobre la movilidad estudiantil europea entre los años que van de 1890 a 1939. En dicho estudio se explican los elementos que determinaron las preferencias de los estudiantes al momento de elegir a qué Universidad querían ir a estudiar; algunos de estos factores fueron de índole cultural y en otros casos política; el surgimiento de la Primera Guerra Mundial, el periodo de entreguerras y la Segunda Guerra Mundial, fueron hechos que inclinaron la balanza a favor de una u otra institución. Otro elemento que podemos agregar es la cercanía de los países “periféricos” a Francia o Alemania, entendiendo a estos países como los centros culturales y educativos más importantes de la época. Para este autor es muy importante tomar en cuenta

otro tipo de problemáticas dentro de los procesos de movilidad estudiantil en sus palabras:

En el contexto de la demanda estructural, hay que plantear un caso particular sobre algunos aspectos [...] relacionados con el subdesarrollo de las disposiciones de educación superior en el este europeo por los que respecta a las mujeres que aspiraban a seguir estudios universitarios, la élite judía y las transferencias políticamente condicionadas desde las universidades orientales a las occidentales.

Las principales formas demanda estructural dependieron de desigualdades en el desarrollo de la oferta educativa superior entre el este y el oeste, así como de la capacidad histórica de desplazamiento o disposición de las universidades locales a satisfacer la demanda local. Las reglas generales se pueden establecer como sigue: la clientela de los sistemas educativos débiles busca ingresar en los sistemas educativos de las naciones más fuertes. En consecuencia, la demanda local insatisfecha 'se desborda' hacia el extranjero.¹²⁶

Sin embargo, existe otro elemento que es muy importante destacar en este análisis de movilidad estudiantil y que hace referencia a la estructura propia tanto de la Sorbona como el de la Universidad de Berlín; es decir ¿cuál era la principal orientación de los estudios de ambas instituciones? La respuesta a este cuestionamiento nos puede marcar una determinante en el proceso de selección de los jóvenes. La rivalidad entre ambas instituciones era evidente, pero es posible ver algunas diferencias estructurales en las mismas; la primera de ellas; es decir, la Sorbona fue cobrando mucha importancia dentro de los estudios humanísticos y sociales tales como la historia, la literatura la filosofía, por mencionar algunos ejemplos; mientras que en Berlín también encontramos

¹²⁶ KARADY, Víctor, "Movilidad estudiantil y universidades occidentales: pautas de intercambio desigual en el mercado académico europeo, 1880-1939", en: CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Op, Cit*, p. 306.

importantes representantes dentro de las humanidades, pero a diferencia de la Soborna, los estudios científicos fueron desarrollándose cada vez más.¹²⁷

Sin detenerse mucho en las diferencias de la orientación educativa que cada Universidad tenía, lo más importante fue el crecimiento del capital intelectual que surgió de la movilidad, no sólo de los estudiantes sino también de los profesores. Éstos últimos fueron los principales difusores del conocimiento no sólo dentro del espacio europeo sino también en otras partes del mundo entre ellos los propios Estados Unidos pero de igual manera en Latinoamérica. Al hacer una serie de viajes al extranjero ya sea para dar una conferencia, impartir algún curso en otra Universidad o por sus asistencias a Congresos internacionales, de cierta forma promocionaban la institución a la que pertenecían, pero lo más importante es que extendían una importante red intelectual de índole internacional.¹²⁸

Los Estados Unidos también fueron cobrando importancia dentro del campo científico, sobre todo antes, durante y después de la Segunda Guerra

¹²⁷ Esta diferencia la podemos explicar tomando en cuenta tanto el contexto interno como internacional de la Europa de inicios del siglo XX. Francia no figuraba como una potencia mundial ni en términos políticos y mucho menos económicos, Paul Kennedy la clasifico dentro de las “potencias medianas”; es decir, de aquellas que no habían tenido una fuerte industrialización y por tanto una mayor modernización – esto no quiere decir que no contaran con ellas o con elementos que les permitieran desarrollarse- , sólo que a diferencia de Gran Bretaña y de los Estados Unidos se encontraba por debajo de esos niveles de progreso económico, científico y material, pero en otras áreas del conocimiento, -como ya se ha mencionado: las humanidades- fueron teniendo un importante crecimiento. En el caso de Alemania, aunque también considerada como una potencia mediana en esos momentos, en las vísperas de la Primera Guerra Mundial, el apoyo dado a los estudios científicos y tecnológicos relacionados con la guerra hizo posible su rápido crecimiento. Véase el capítulo V de Paul Kennedy, *Op, Cit.*

¹²⁸ Al respecto ver: CHARLE, Christophe, “Redes intelectuales de dos destacadas universidades: París y Berlín, 1890-1930”, en CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Op, Cit.*, pp. 321-358.

Mundial. Las instituciones universitarias fueron fomentando la investigación científica gracias a su modelo educativo basado en proyectos en donde era posible relacionar la docencia con la investigación.

Si trasladamos algunas de las ideas anteriores a nuestro tema de estudio, será necesario ver qué elementos han sido similares o disímiles a lo que estaban ocurriendo en otras partes del mundo. Por el momento tenemos presente la existencia de una red de científicos a nivel nacional, nos faltaría ver si fue posible también establecer contactos en el exterior tanto en las redes sociales como en la movilidad estudiantil a nivel universitario. Es muy importante destacar que la educación, sobre todo a nivel superior, jugó un papel fundamental en la construcción de esta red científica mexicana. La educación superior ha sido poco abordada en las investigaciones sobre historia de la educación en nuestro país, la mayor parte de las investigaciones se han concentrado en los niveles básicos de educación; no obstante, en los últimos años y sobre todo dentro de los marcos conmemorativos de algunas instituciones como la propia Universidad Nacional Autónoma de México o el Instituto Politécnico Nacional, se han emprendido investigaciones que nos dan cuenta de la importancia que ha tenido este nivel educativo para la formación de personal capacitado y especializado en México.

La historia de la educación, en nuestro caso a nivel superior, me permitirá dar el primer paso. Si nuestro “ego” era profesor, dedicado a este nivel de enseñanza, lo más propicio era que la red se fuera formando dentro del círculo

académico y quien más que sus alumnos para poder extender su campo de acción:

La explosión provocada por Sotero en nuestro ambiente cultural tiene varios frentes de onda, que podrían caracterizarse por los nombres que siguen:

En la generación aproximadamente quince años más joven que Sotero, destacan Mariano Hernández, Manuel Sandoval Vallarta, Alfonso Nápoles Gándara, Antonio Suárez, José Cuevas, Jorge Quijano. Quince años después aparecen Nabor Carrillo, Carlos Graef, Bruno Mascanzoni, Miguel Urquijo, Ernesto Rivera.¹²⁹

Esta cita resulta muy conveniente para nuestra investigación ya que gracias a ella me será posible ilustrar el uso de la teoría de las generaciones aplicada a la construcción de una red científica dentro de una investigación histórica. La división generacional ayuda a los historiadores a ir más allá del análisis de un proceso o acontecimiento histórico, nos permite entender el desarrollo de la vida humana:

La realidad de la vida consiste, pues, no en lo que es para quien desde fuera la ve, sino lo que es para quien desde dentro de ella la es, para el que se la va viviendo mientras y en tanto la vive. De aquí que conocer otra vida que no es la nuestra obliga a intentar verla no desde nosotros, sino desde ella misma, desde el sujeto que la vive.¹³⁰

Esto es una invitación a los historiadores – y también a otros estudiosos de las ciencias sociales- a adentrarnos en la vida de los hombres; es decir, no sólo analizar el proceso histórico por sí solo, sino más bien lo que se tendría que hacer es ver y tomar a los hombres como los agentes que hacen que los hechos

¹²⁹ BARAJAS, Alberto, “La investigación físico-matemática”, en: *Cincuenta años de la Revolución en México. La economía, La vida social, la política, la cultura*. Prólogo de Adolfo López Mateos, México, Fondo de Cultura Económica, 1963, p. 416. Este autor menciona otros nombres que fueron apareciendo después de que fueran creadas la Facultad de Ciencias y el Colegio de Matemáticas, pero para estos primeros momentos de la investigación en el listado que se presentó anteriormente están contenidos los nombres de los intelectuales que me interesan investigar dentro de la red.

¹³⁰ ORTEGA y Gasset, José, *Op, Cit*, p. 16.

históricos ocurran. En una conferencia reciente, Giovanni Levi, sostuvo que uno de los principales atrasos que han tenido los historiadores en el siglo XXI ha sido la desaparición del personaje “hombre”; es decir, la obsesión de ir creando reglas que tienden a uniformar la realidad, el resultado dentro de nuestra disciplina ha sido el ir dejando de lado las especificidades de cada tiempo y espacio histórico.¹³¹ El análisis de la vida del hombre permitirá al historiador ver el desarrollo de un proceso desde otra perspectiva historiográfica, es decir, que le ayudará a plantear nuevas preguntas de investigación que poco a poco van ir eliminando las generalizaciones inapropiadas.

Las tres generaciones que hemos establecido comparten tres características importantes dentro de su vida como científicos ya que ellos fueron a su vez maestros, promotores de la ciencia y finalmente creadores de instituciones, en el siguiente capítulo abordaremos un poco más cada una de estas facetas, por ahora es necesario agregar que al seguir la vida intelectual de estos hombres.

El empuje de nuestros científicos y su capacidad política para gestionar sus proyectos culminaron desde mi perspectiva y como ya se ha afirmado a lo largo de este trabajo en la institucionalización de las ciencias exactas durante el siglo XX.

La física y las matemáticas han estado presentes la historia de la educación desde mucho tiempo atrás, considero que ya he dejado claro que mi interés se

¹³¹ LEVI, GIOVANNI, “El quehacer del historiador hoy día: retrasos y propuestas de la historiografía”, Conferencia Magistral, presentada en el marco de la *International Standing Conference for the History of Education*, celebrado en San Luis Potosí, México, el día 28 de Julio de 2011.

centra en la educación superior y en este sentido, dichas ciencias han encontrado un mayor grado de expresión en este nivel educativo, sobre todo porque ellas han sido asociadas con la idea del progreso y modernización; en otras palabras, la aplicación de los conocimientos físicos y matemáticos por ejemplo en la ingeniería fueron logrando importantes avances tecnológicos en las minas, los caminos, las construcciones, etcétera.

En el libro coordinado por Arturo Menchaca titulado *Las ciencias exactas en México*, encontramos algunos artículos que nos dan cuenta –de manera muy sintética y clara-, cuál ha sido la situación de los estudios científicos, desde la época colonial hasta el siglo XX, lo importante de esto es que con estos trabajos es posible observar la tradición científica que el país ha tenido y que muy pocas veces ha sido reconocido.¹³²

El conocimiento de la ciencias exactas y la importancia que éstas ha tenido y tienen en el desenvolvimiento científico no sólo mexicano sino a nivel mundial, hizo posible el aglutinamiento de nuestros científicos nacionales especializados en ellas.

La educación como ya hemos dicho fue el eje principal del desarrollo del conocimiento científico, la creación de la ENAE¹³³ en el marco de la celebración

¹³² MENCHACA, Arturo (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, Consejo Nacional Para la Cultura y las Artes/Fondo de Cultura Económica/ Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada, 2000, (Serie Ciencia), 261 p.

¹³³ El proyecto de creación de esta escuela se le debe al entonces diputado Justo Sierra en el año de 1891. Para más información véase: RAMOS Lara, María de la Paz, *Historia de la profesionalización de la Física en México*, Tesis Posdoctoral, disponible en: <http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Tesis/Ramos-Lara-Posdoctorado.pdf>. 16-JUL-11.

del centenario de la independencia de México dio cabida a los estudios en ciencias exactas, fue la principal institución educativa encargada de los estudios en ciencia y formaría parte de la Universidad Nacional. Por la época en la que fue concebida y creada el carácter de la institución tendía una visión positivista y los cursos tendrían un orden que empezarían con las matemáticas, después la cosmografía, la geografía, la física, la química, la biología, la psicología, la sociología y la historia general,¹³⁴ quedaría organizada en tres secciones siendo la segunda de ellas la dedicada a los estudios científicos Otra de las instituciones importantes para las ciencias fue la Escuela Nacional de Ingenieros; la ingeniería ya contaba con una importante tradición científica en el territorio, de hecho el profesor Sotero Prieto fue egresado de esta escuela en donde estudió la carrera de Ingeniero Civil. Es importante recordar que hasta la creación del Departamento de Ciencias Físico- Matemáticas en los años treinta, no existían las carreras especializadas en estas ciencias, por ejemplo muchos miembros de nuestra primera generación fueron ingenieros, al igual que otros elementos de la segunda como fue el caso de Alfonso Nápoles Gándara, quienes lograron llegar a tener el título de físico o matemático era porque habían logrado hacer sus estudios en el extranjero como Manuel Sandoval Vallarta y Alfredo Baños.

El balance historiográfico que se ha intentado desarrollar a lo largo de estas líneas nos permite afirmar que en definitiva, el uso de la redes en la reconstrucción de la historia de la ciencia mexicana del siglo XX aún no ha sido

¹³⁴ *Ibíd*, p. 20.

utilizado, la reconstrucción de la red sin duda alguna nos pondrá en contacto directo con la forma de actuar de la comunidad científica mexicana de esta época, como veremos a continuación.

CAPÍTULO 4. LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS EN MÉXICO. UNA RED CIENTÍFICO-SOCIAL DURANTE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XX.

Considero firmemente que estamos en víspera de una reacción intelectual en cadena que equivale a un renacimiento y que pronto podremos ocupar un lugar decoroso y bien ganado, aunque sea modesto, entre las naciones científicas del mundo.

Manuel Sandoval Vallarta.

La investigación desarrollada en esta tesis, me permite afirmar que es posible aplicar herramientas metodológicas de las ciencias sociales en investigaciones en historia de la ciencia. En este sentido, el uso de la teoría de las redes puede ser vista como una metodología de análisis útil para el estudio de la comunidad científica mexicana de la primera mitad del siglo XX.

Es importante señalar que la reconstrucción de una red social –en nuestro caso científico-social-, debe llevar al investigador más allá de un análisis prosopográfico ya que éste por sí solo no nos dice si realmente se han logrado establecer vínculos sociales. No obstante, la visión general que se reconstruye con el método prosopográfico nos permite obtener del grupo estudiado qué elementos son compartidos. En nuestro caso es indispensable hacer en primera instancia una semblanza prosopográfica de nuestros científicos con el fin de conocerlos mejor y de allí pasar a la reconstrucción de la red. A través de ella

será posible analizar las interacciones que hay entre las personas, que se han convertido en nuestro objeto de estudio, además de ayudar a establecer los cambios y continuidades que hay en dichas relaciones para que de esta forma el historiador pueda determinar si existe o no la red.

Los lazos que surgen entre las personas que integran la red van a definir tanto la estructura como la frecuencia de las interacciones entre ellos, éstos pueden ser de diversos tipos: las relaciones de amistad, las afiliaciones religiosas, los lugares de trabajo o residencia, los propósitos y temas de investigación científica.¹³⁵

UNA RED CIENTIFICA MEXICANA 1912-1961.

Sin duda existen muchos científicos interesados en las ciencias exactas en México en el lapso de tiempo señalado para esta investigación; no obstante, para los fines de este trabajo y gracias a las fuentes que he podido consultar hasta el momento he podido determinar los vínculos en un grupo muy cerrado científicos especializados en física moderna y matemáticas. De hecho lograr establecer los vínculos resulta ser la labor más compleja en la construcción de una red, es posible que el historiador pueda hacer alguna suposición sobre las relaciones entre las personas pero esto sólo ocurrirá si existen ciertos indicios que así lo permitan.

Es importante destacar que el seguimiento de los científicos que integran nuestra red científico-social, me ha llevado a realizar una división generacional,

¹³⁵ BOISSEVAIN, Jeremy, *Friends of Friends. Networks, Manipulators and Coalitions*, New York, ST. Martin's Press, 1974. p. 24.

con el fin de comprender como se dio la institucionalización de las ciencias exactas, pero también para observar cómo fueron ocurriendo los cambios y continuidades en su comportamiento; es decir, si los vínculos que he reconstruido permanecieron a lo largo del tiempo o si por el contrario hubo modificaciones en los intereses del grupo o en algunos individuos. También, quiero mencionar que observar a nuestros científicos desde una perspectiva generacional tiene que ver con un comentario que Manuel Sandoval Vallarta hiciera al respecto:

para que en México adquiriésemos una tradición científica lo suficientemente sólida y amplia, será necesario que pasen cuando menos tres generaciones, aproximadamente un siglo. Por ello no debemos sentirnos muy mal si todavía no tenemos una tradición científica muy sólida. Sin embargo, me doy cuenta de que la tradición científica mexicana ya está bien avanzada, por lo menos en física¹³⁶

La investigación que se desarrolló en esta tesis inició con el rastreo de un pequeño grupo de personas interesadas en los conocimientos en ciencias exactas; es decir en física moderna y matemáticas, a estos individuos los he agrupado en tres generaciones. La clasificación generacional que se ha realizado tiene que ver con los cambios que se fueron dando en el desenvolvimiento de las disciplinas antes mencionadas en el país, el hecho de que antes de 1930 no se obtuviera un título ni de físico ni de matemático, hizo posible que otras alternativas de estudiar ciencias exactas dieran origen a una pequeña comunidad especializada, ese fue el caso de la formación de ingeniero. En el

¹³⁶AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección distinciones-homenajes-biografías, caja 44, exp. 3, p. 7.

siguiente cuadro se puede apreciar con más claridad esa división generacional y los nombres de las personas con los que se inició esta investigación.

CUADRO 3. TRES GENERACIONES DE CIENTÍFICOS MEXICANOS DEL SIGLO XX.

PRIMERA GENERACIÓN INGENIEROS.	SEGUNDA GENERACIÓN INGENIEROS.	TERCERA GENERACIÓN FÍSICOS Y MATEMÁTICOS.
Sotero Prieto Rodríguez. (1884-1935) Ingeniero civil	Alfonso Nápoles Gándara. (1897 1992) Ingeniero Civil.	Alfredo Baños.(1905-1994)
Ricardo Monges López. (1887-1983) Ingeniero Civil.	Manuel Sandoval Vallarta.(1899-1977) Ingeniero Electroquímico Mariano Hernández. (¿?) Ingeniero Civil	Carlos Graef Fernández. (1911-1988) Nabor Carrillo Flores. (1911- 1967) Alberto Barajas Celis (1913-) Fernando Alba Andrade. (1919-) Ruth Gall. (1920-2003) Marcos Moshinsky.(1921- 2009) Marcos Mazari. (1925-)

Elaboración propia con base a los datos tomados de; BARAJAS, Alberto, "La investigación físico-matemática", en: *Cincuenta años de la Revolución en México. La economía, La vida social, la política, la cultura.* Prólogo de Adolfo López Mateos, México, Fondo de Cultura Económica, 1963, 502 p.

La división generacional también ha ayudado a establecer tres rubros de las actividades realizadas por nuestros científicos. El primero los ubica como maestros, la enseñanza de las ciencias exactas jugó un papel indispensable no sólo en la transmisión de los conocimientos sino que a mi parecer también lo fue para el inicio del proceso de institucionalización de la física y las matemáticas en México. El hecho de que se convirtieran en maestros fue de

gran importancia para la red debido a que la relación maestro-alumno contribuyó a la formación de los especialistas en ciencias exactas:

Así no es ningún accidente que tengamos hoy en México un grupo de matemáticos y físicos que han demostrado su calidad en la investigación. Lo que es todavía más importante, ellos a su vez están preparando nuevos grupos de estudiantes jóvenes y brillantes que a su vez enseñarán a otras generaciones.- El arranque de una reacción en cadena está ya a la vista.¹³⁷

Cabe destacar que las dos primeras generaciones de científicos que componen nuestra red, comparten un rasgo en común: su formación como ingenieros, este hecho fue fundamental sobre todo para la primera generación debido a que los estudios en ingeniería les proporcionaron los conocimientos necesarios en ciencias exactas. La segunda generación fue más afortunada ya que estos intelectuales tuvieron la oportunidad de ir a estudiar al extranjero; a los países a los que se dirigieron, los estudios en física y matemáticas ya estaban más que consolidados, ello les abrió una perspectiva de formación más amplia

En mi opinión, es precisamente con los miembros de estas dos generaciones que se da inicio a la consolidación –para nuestro periodo de análisis- de los estudios en ciencias exactas y también se debe destacar que es precisamente con estos maestros que se comienza a dar énfasis en la promoción de la ciencia, sobre todo en la ENP, la ENI, la ENAE y posteriormente en la Facultad de Ciencias de la UNAM así como en el IPN.

El segundo rubro se ha denominado como el de investigadores; es decir, que no sólo bastaba con enseñar sino que también era necesario estar al día de

¹³⁷ SANDOVAL Vallarta, Manuel, *Op, Cit*, p. 465.

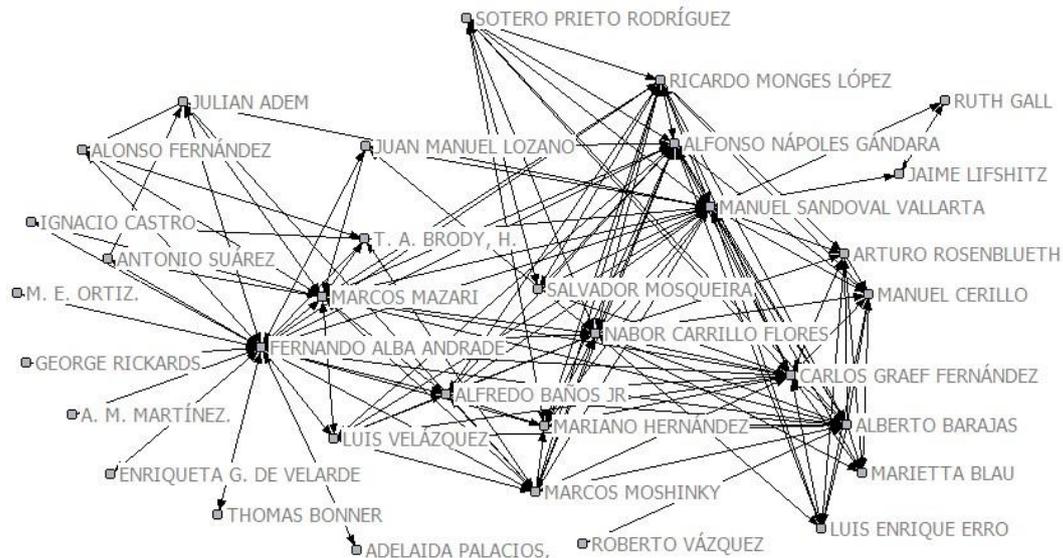
las teorías y nuevos conocimientos que fueran apareciendo en estas áreas del conocimiento científico. La publicación de artículos en revistas especializadas, entre ellas la Revista Mexicana de Física, el Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana; así como en las memorias de la “Sociedad Científica Antonio Alzate” al igual que las Memorias del Colegio Nacional y la Physical Review nos dan cuenta de la producción intelectual y científica de nuestros personajes. La posibilidad que algunos de ellos tuvieron de ir a estudiar al extranjero, así como su actividad profesional hizo posible la ampliación de la red a un nivel al que podemos denominar como “internacional.”

Los creadores, es el tercer y último rubro, lo he denominado de esta forma debido a que estos científicos se han podido ubicar en la creación de instituciones de enseñanza, difusión y aplicación del conocimiento físico y matemático como se verá más adelante, por ahora lo que se debe destacar es que todos ellos presentaron las tres características que hemos mencionado: docencia, investigación y creación de instituciones. Sus actividades y esfuerzos realizados permitieron la promoción, difusión y lo más importante la institucionalización de las disciplinas a las que dedicaron sus vidas.

La siguiente figura nos da cuenta de la apertura de la red científico-social especializada en ciencias exactas, las conexiones y vínculos que se fueron estableciendo al correr de los años se fueron intensificando cuando los estudios tanto en física como en matemáticas se fueron consolidando en el país. Nuevos nombres fueron apareciendo, como es el caso de Julián Adem, Juan Manuel Lozano, Alonso Fernández, Antonio Suárez, Enrique G, de Velarde; entre otros,

a ellos los podemos ubicar en la tercera generación. Las flechas que aparecen en el grafo indican el camino de los vínculos; es decir la ruta por la cual se fueron tejiendo las relaciones entre nuestros individuos; en algunos casos, podemos observar se ha establecido un patrón bidireccional, lo cual es muy interesante ya que ello nos proporciona información sobre la densidad de las conexiones; es decir, el número de contactos que cada científicos fue teniendo con sus colegas a lo largo de su carrera profesional.

FIGURA 1. RED DE CIENTÍFICOS MEXICANOS 1912-1961.



Elaboración propia con base a los datos tomados de: Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, Revista Mexicana de Física, Boletín de la Sociedad Mexicana de Física y Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana.

Ahora bien, la elección del profesor Sotero Prieto Rodríguez, destacado matemático como el eje del cual parte la construcción de la red, tiene que ver con el reconocimiento de su labor científica en el país, sobre todo en el área de las matemáticas. Esto no quiere decir que no existieran otros científicos que realizaran la misma labor, lo que ha ocurrido es para el caso de nuestro análisis la mayoría de los integrantes de nuestra red hacen referencia de su destacada personalidad y labor científica.

Sotero Prieto fue originario de Guadalajara Jalisco, llegó a la Ciudad de México en 1867 para realizar sus estudios superiores, al egresar de la ENP ingresó en 1901 a la ENI en donde estudiaría la carrera de ingeniero civil. Su interés por el desarrollo de la ciencia y la difusión de la misma se manifestó dentro de sus cursos de matemáticas impartidos en diversas instituciones entre ellas la propia ENP, la ENI y la ENAE de hecho en esta última institución impartió el primer curso avanzado de matemáticas, fue el curso de funciones analíticas. Formador de varias generaciones de estudiantes, entre sus alumnos estuvieron los miembros de nuestra segunda generación, es decir a Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Mariano Hernández y a algunos de la tercera entre ellos: Carlos Graef Fernández, Alberto Barajas y Nabor Carrillo.

La importancia de Prieto radica en su interés por inculcar entre los jóvenes estudiantes el amor a la ciencia tal y como nos lo comenta Eli de Gortari quien también fuera uno de sus alumnos:

El más eminente de ellos fue sin duda Sotero Prieto, quien demostró tener gran vocación, una preparación mayor y aptitudes magníficas para la enseñanza y para poner al descubierto entre sus discípulos muchas inclinaciones hacia la investigación científica; por todo ello fue la figura relevante y precursora de la intensa actividad matemática que existe ahora en México.¹³⁸

Podemos decir que la historia del desarrollo de las matemáticas y la física modernas en México, arrancó con la labor de este profesor y aunque él apenas publicó trabajos originales debido a que la mayor parte de su vida la dedicó a la docencia, *“inflamó la imaginación de un grupo de estudiantes jóvenes [entre ellos Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta y Alfredo Baños] y les imbuyó el ansia de realizar investigaciones originales [...] y lo que es más importante aún, les enseñó a pensar con precisión, con profundidad, con claridad y con honradez”¹³⁹*

Los primeros vínculos en este grupo se establecieron en el aula de clases; es decir, en primer lugar con la relación maestro-alumno y de la alumno-alumno y con el paso del tiempo esas relaciones se fueron intensificando. Un ejemplo de ello lo ocurrió en el año de 1920 cuando Sotero enfermó de influenza por lo que tuvo que retirarse por algún tiempo de sus clases. Su cátedra en la ENP fue otorgada a Alfonso Nápoles Gándara, quien fuera uno de sus más destacados alumnos; este hecho es muy interesante, ya que Gándara era muy joven y aún seguía siendo estudiante de ingeniería civil; sin embargo, para Prieto este poseía un talento notable y para él eso era necesario para sacar adelante su clase de Matemáticas. Gándara realizó sus estudios ENP de 1911 a

¹³⁸ GORTARI, Eli de, *La ciencia en la historia de México*. México, Grijalbo, 1980, p. 362.

¹³⁹ SANDOVAL Vallarta, Manuel, *Op, Cit*, p. 466.

1914, para 1916 ingresó a la ENI, complementando su preparación en la ENAE.¹⁴⁰ El hecho de que Prieto sugiriera a su alumno como el indicado para dar su clase nos deja entrever que la relación establecida entre estos dos intelectuales fue más allá de la de maestro-alumno y que probablemente surgiera entre ellos una gran amistad.

El profesor Prieto, sin duda puede entenderse como una de las principales figuras dentro de las ciencias exactas en México durante las primeras décadas del siglo XX. Él estuvo convencido de la importancia que tenía desarrollar y difundir el conocimiento científico y como lo manifestó: *“Yo abrigo la esperanza muy fundada de ver surgir en nuestro país, antes de pasar muchos años, una era de positiva actividad intelectual, en que no faltará la más alta de sus manifestaciones: la investigación científica.”*¹⁴¹

Manuel Sandoval Vallarta fue otro de sus alumnos, cursos sus estudios preparatorios en la ENP entre 1912 y 1916, en su opinión el profesor Prieto tuvo gran importancia en la difusión del conocimiento científico en nuestro país, además reconoce que gracias a sus enseñanzas al igual que la de otros de sus profesores en dicha institución pudo obtener los conocimientos necesarios para ser aceptado en el MIT en 1917:

Aquellos de nosotros que tuvimos la buena fortuna de ser sus alumnos, los que después tuvimos el privilegio de estudiar en las principales universidades de los Estados Unidos y Europa, siempre honraremos su memoria como la del hombre que nos inculcó la calidad del esfuerzo, el

¹⁴⁰ Ver: www.matmor.unam.mx/muciray/smm/60/alfonso3.html . 25-ene-12.

¹⁴¹ Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación (IISUE), Fondo: Ezequiel A. Chávez, Secc. ENP, Ser. Informes, Caja 23, Exp. 17, p. 2.

*respeto profundo por la verdad y las normas rigurosas que se exigen del que quiere embarcarse en una carrera de investigación científica.*¹⁴²

La inteligencia de Sotero Prieto sin duda causó gran sensación entre sus alumnos, ellos dejaron ver claramente que el objetivo principal de su profesor era el de lograr que en México, tarde o temprano, se pudiera llegar a un grado de conocimiento en las ciencias exactas, equiparable a lo que estaba ocurriendo en otras partes del mundo. El amor que Prieto sentía hacia la ciencia le hizo emprender proyectos de gran envergadura, ejemplo de ello, fue la fundación de la sección de física y matemáticas en 1932 en la Sociedad Científica “Antonio Alzate.” En este espacio, Prieto organizó una serie de reuniones todos los viernes en punto de las siete de la tarde, en éstas se llevaban a cabo pláticas y conferencias sobre Matemáticas Superiores, dichas actividades no sólo fueron realizadas en la sección de matemáticas de la sociedad científica sino que también llevó a cabo una serie de seminarios en las instituciones en donde impartía clases en donde de acuerdo con Sandoval Vallarta:

*El maestro Sotero Prieto impartía cursos de especialización y sabía transmitir entusiasmo a sus alumnos con lo que les hacía un gran bien. Fue el primero que ideó los seminarios para reunir a los estudiosos una vez al mes. Ahí proponía problemas, los cuales se discutían, se buscaba la mejor solución y se resolvían [...] Siempre proponía los problemas de geometría sobre rigurosas bases científicas y de esa manera provocaba interés y superación en el alumnado.*¹⁴³

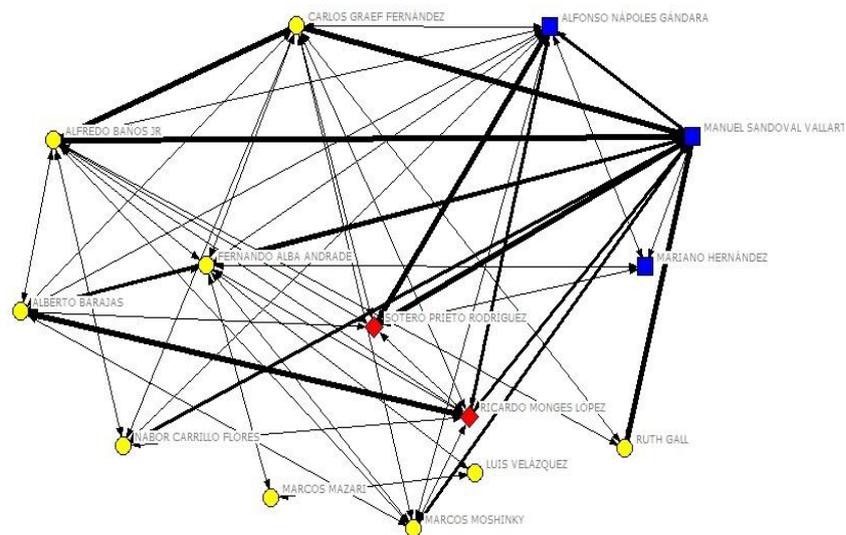
La muerte de Prieto ocurrida en 1935 no puso fin a la red, por el contrario fue precisamente gracias a este matemático que se fueron originando nuevos vínculos y lo más interesante de observar es que aparecieron nuevos egos que estimularon e incluso consolidaron los lazos científicos.

¹⁴² SANDOVAL Vallarta, Manuel, *Op, Cit*, p. 466.

¹⁴³ Tomado de: TORRES Alejo, Andrea, *Op, Cit*, p. 132.

En la siguiente figura observamos las relaciones establecidas entre algunos de los individuos que conforman nuestra red. Su construcción está realizada en concordancia con la división generacional que hemos mencionado más arriba. Las líneas que están en un tono más oscuro, indican un mayor grado de conexión entre los individuos; es decir que a través de la documentación consultada, se pudo establecer una densidad mayor de vínculos entre algunos miembros de la red. Los rombos indican a los miembros pertenecientes a la primera generación, los cuadrados a la segunda generación; mientras que los círculos representan a aquellos científicos ubicados en la tercera generación

FIGURA 2. RED DE CIENTÍFICOS MEXICANOS A TRAVÉS DE TRES GENERACIONES.



Elaboración propia con base a los datos tomados de: BARAJAS, Alberto, “La investigación físico-matemática”, en: *Cincuenta años de la Revolución en México. La economía, La vida social, la política, la cultura*. Prólogo de Adolfo López Mateos, México, Fondo de Cultura Económica, 1963, 502 p.

Los lazos que se dieron entre nuestros científicos fueron en tres direcciones por un lado tenemos la relación estudiante-estudiante, por el otro la de maestro-estudiante y finalmente la de colegas. Para la red, estos elementos

son de vital importancia debido a que finalmente todos los científicos que hemos estado siguiendo entraron en contacto y, de cierta forma, trabajaron juntos para lograr la institucionalización de las ciencias exactas de nuestro país. Ahora bien, el análisis de esta figura nos permite explicar cómo fue posible que todos los elementos de la red hayan tenido algo que ver con nuestro ego principal; es decir, el profesor Prieto. Si bien para algunos miembros de la tercera generación fue imposible lograr conocerlo debido a su temprana muerte, el contacto con sus maestros que a su vez fueron los alumnos de Prieto fue de vital importancia para que éstos últimos lo reconocieran como uno de los principales intelectuales mexicanos interesados en institucionalizar los estudios Matemáticos en nuestro país.¹⁴⁴

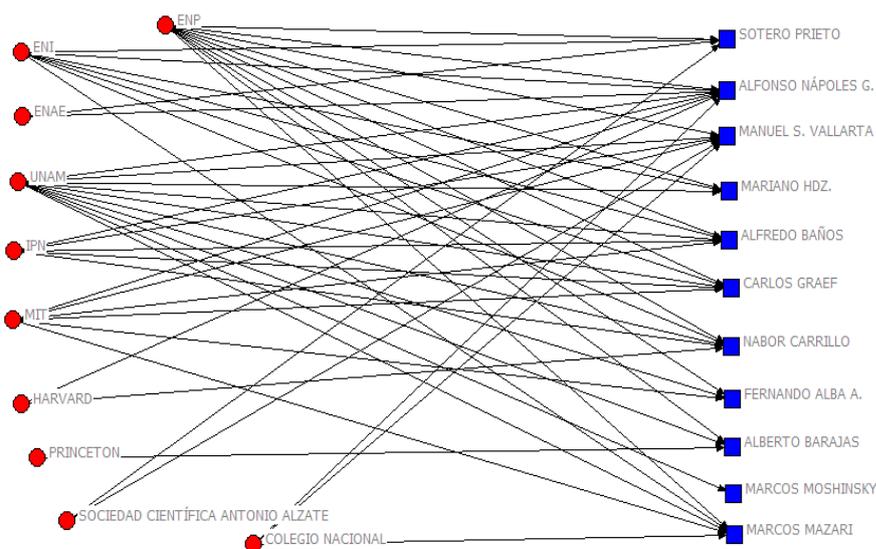
Es evidente que el elemento educativo ha tenido un gran peso en la formación de la red; es decir, que el inicio de las relaciones dadas entre nuestros objetos de estudio surgió precisamente en la escuela. En primer lugar dentro de la ENP y, posteriormente en el nivel Superior ya fuera en la ENI o en la ENAE que para el año de 1925 se convirtiera en la Facultad de Filosofía y Letras y que albergara los estudios en ciencias exactas hasta que se creó la Facultad de

¹⁴⁴ Un ejemplo de ello lo encontramos con Juan Manuel Lozano en una entrevista que se le realizara en 1982, para el E-Journal de la Unam, en ella reconoce la importancia de que tuvo el profesor Prieto en el desarrollo de las ciencias exactas en México. Ver: www.ejournal.unam.mx/CNS/no03/CNSE0306.pdf. 25-ene-12. Por su parte Alfredo Baños también hace referencia de la destacada participación de este profesor para las institucionalización de la ciencia matemática en el país, Véase; BAMOS, Alfredo

Ciencias de la UNAM en la década de los años treinta, o, bien, en el extranjero en el MIT, Harvard o Princeton.¹⁴⁵

La figura 3 nos da cuenta de las instituciones educativas con las cuáles nuestros científicos tuvieron o en su caso mantuvieron un contacto. En cada una de las instituciones que se mencionan ellos fueron alumnos y en algunos casos dieron clases. Es importante mencionar que Sotero Prieto sólo tuvo contacto con escuelas nacionales mientras que los demás individuos lograron establecer conexiones con el extranjero.

FIGURA 3. RED INSTITUCIONAL-EDUCATIVA.



Por su parte, la importancia de observarlos mediante una división generacional radica en el hecho de que se ha constatado que en nuestra red no existe solamente un ego sino que más bien, con el paso del tiempo fueron

¹⁴⁵ Muchos de nuestros científicos sobre todo los que pertenecieron a la segunda y tercera generación fueron a realizar algunos de sus estudios en el MIT, en algunos casos fueron a otros lugares como ejemplo tenemos a Nabor Carrillo Flores que fue a Harvard y Alberto Barajas que fue a doctorarse a la Universidad de Princeton.

apareciendo otros. Como ya se ha dicho nuestra investigación inició con el establecimiento del profesor y matemático Sotero Prieto Rodríguez como el principal ego del cual partía la red, pero al ir avanzando en la recopilación de materiales me fui dando cuenta de que algunos de sus colegas y alumnos también pueden ser considerados como egos debido a su importancia tanto en términos académicos como en los de investigación científica, como fue el caso de Ricardo Monges López, Manuel Sandoval Vallarta , Carlos Graef Fernández y Fernando Alba Andrade.

Por su parte hay que destacar que tanto el elemento educativo como el científico, están sumamente relacionados; las interacciones que fueron estableciendo primero como estudiantes se vieron reflejadas posteriormente en sus trayectorias profesionales, como se verá a continuación.

El propio Sandoval Vallarta es uno de los ejemplos que podemos mencionar y para poder demostrar lo que hemos dicho anteriormente vamos a tomar la documentación que se ha localizado en el Archivo de Manuel Sandoval Vallarta ubicado en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Él fue compañero de estudios y maestro de algunos de los científicos que formaron parte de nuestra red, de hecho en algunos casos fue el impulsor de los estudios de los más jóvenes que iniciaban sus carreras científicas. La relación que se estableció entre maestro y alumno se dio no solo en el aula de clases sino también en la vida productiva de sus discípulos ya que en algunos casos él

impulsó a sus alumnos a realizar ciertas investigaciones, hecho que se ve reflejado en artículos publicados por estos alumnos, o bien, en la correspondencia que había entre ellos nos queda claro la influencia de Sandoval Vallarta en sus estudios científicos. A continuación mencionemos algunos ejemplos.

En 1931 el ingeniero Ricardo Monges López publicó un artículo que apareció en las Memorias de la Sociedad Científica “Antonio Alzate” cuyo título fue “La radiación cósmica. Resultado de las investigaciones realizadas en México” en donde el autor hace un análisis sobre el proceso por el cual se había llegado a establecer que la radiación cósmica era variable dependiendo de la latitud en la cual se realizara su medición. El artículo es muy interesante ya que Monges López hace un recuento de los experimentos que se realizaron para lograr demostrar esta hipótesis. En 1932 Artur H. Coptom acompañado de Sandoval Vallarta realizaron el experimento en Veracruz, Orizaba, Tacubaya y en el Nevado de Toluca, lo más notable de la investigación, fue *“la indudable variación del monto de la radiación con la latitud pues a medida que la observación se hizo más cerca del ecuador magnético la intensidad de la radiación era mayor.”*¹⁴⁶ A ello de le denominó como el efecto latitud y la Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate” gozó de la primicia del descubrimiento de Coptom. Al final del artículo, el autor anexa una tabla con información que proporcionada por el propio Sandoval; ella contiene los datos comparativos realizados sobre las

¹⁴⁶ MONGES López, Ricardo, “La radiación cósmica. resultado de las investigaciones realizadas en México”, *Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias “Antonio Alzate”*, tomo 53, número 5, México, 1931, p. 138.

mediciones de la latitud geomagnética y la altitud de Copilco, D. F y el Nevado de Toluca. Al finalizar la investigación, Sandoval regresó al MIT y junto con George Lamaître formuló una teoría matemática sobre esta radiación que explicara no sólo lo observado sino que también previera nuevos fenómenos que pudieran ser observados en el futuro.¹⁴⁷

En 1960 Ruth Gall y Jaime Lifshitz publicaron un artículo en la Revista Mexicana de Física que lleva por título “Una nueva evaluación de los conos sencillos de sombras,” al final de este texto, los autores agradecen a Manuel Sandoval Vallarta por haberles sugerido ese tema de investigación.

Finalmente es importante mencionar que se ha localizado correspondencia entre Sandoval Vallarta y algunos de sus alumnos.¹⁴⁸ El género epistolar debe ser considerado como un elemento de gran riqueza documental, éste género forma parte de la cultura escrita, que a su vez entra en el ámbito de la historia social;¹⁴⁹ en nuestro caso, de la historia social de la ciencia. Las cartas, nos pueden dar cuenta de las características de la vida cotidiana de las personas; sin embargo, para nuestro estudio, las cartas que se han localizado son de

¹⁴⁷ La teoría Lamaître- Vallarta dice que la carga eléctrica de las partículas cósmicas primarias puede establecerse por el ángulo en que se haga la medición de la intensidad de los rayos cósmicos que penetran en la atmósfera y que el magnetismo terrestre desvía la trayectoria original de dichas partículas, así por el horizonte oriental penetran las partículas con carga negativa y por el horizonte occidental las partículas con carga positiva. LAZARÍN Miranda, Federico, “En el principio. Manuel Sandoval Vallarta un pionero en el estudio de los Rayos Cósmicos” en: www.ifm.umich.mx/Eventos/platicas_2009/Pionero_Mich.pdf. 10-nov-12.

¹⁴⁸ Las revistas que se han mencionado más arriba, así como la correspondencia de Manuel Sandoval Vallarta, están localizados en el AHCMVS de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa que se encuentra a cargo del Dr. Federico Lazarín Miranda.

¹⁴⁹ GALVÁN Lafarga, Luz Elena, *Soledad compartida. Una historia de maestros 1908-1910*, 2da ed, México, Centro de Investigaciones y Estudios superiores en Antropología Social, 2010, p. 13.

carácter institucional; no obstante nos arrojaron luz sobre las relaciones profesionales de algunos miembros de nuestra red.

Tomemos el siguiente ejemplo entre la correspondencia que Sandoval Vallarta mantuvo con Alfredo Baños. En las cartas fechadas en el año de 1938, se hace referencia a un artículo de Baños a publicarse en una revista de Física Moderna, de Minnesota, Estados Unidos; el texto que había enviado Baños resultó ser muy extenso y con más peso matemático que físico, por lo que el editor de esta revista John J. Tate solicitó a Sandoval que se pusiera en comunicación con él para poder llegar a un acuerdo con dicho artículo, por lo que Sandoval escribió lo siguiente:

Todavía estoy sin una respuesta a mi carta de 15 de Noviembre sugiriendo, en acuerdo con el profesor Tate, que se escriba una versión más breve de los resultados en su tesis, particularmente de los resultados de la órbita reina y la comparación entre sus resultados y la máquina de resultados. Ciertos acontecimientos recientes hacen imperativo que los resultados relativos a la órbita reina se publique sin más demora, así que me dirijo a usted para sugerir que si la presión de su trabajo le impide tomar una acción inmediata, en este sentido, podríamos preparar un artículo o publicación aquí y luego enviarlo al profesor Tate¹⁵⁰.

Para ese entonces Baños era el Director del Instituto de Investigaciones en Física y Matemáticas de la UNAM, fue precisamente este hecho lo que le impidió ponerse inmediatamente en contacto con el editor de la revista e incluso con el propio Sandoval tal y como lo explica en su carta:

Tengo ante mí su carta del 15 de Noviembre yo no había constado antes por las múltiples ocupaciones y numerosas reuniones que requiere la creación de

¹⁵⁰ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección Correspondencia, Serie científica, Caja 20, Exp. 12, Leg. 4. El documento está en inglés, la traducción es mía.

la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, [...].¹⁵¹ Estoy muy feliz de informa que Uribe y yo finalmente completamos el cálculo y la corrección de la órbita interna periódica para $1=0.80$. Ésta órbita, como se recordará cae en el mismo rango de aplicaciones del método Lamaître y, consecuentemente, la órbita original sin corregir tiene errores en el tercer decimal de sus componentes de Fourier. Además, dado que los componentes armónicos de los coeficientes variacionales fueron en este caso el más grande encontrado, todavía la corrección de las ecuaciones ha sido una tarea tediosa Finalmente nosotros encontramos un esquema de corrección de cada decimal usando el método de aproximación sucesiva que tuvo que ser desarrollado para evitar un número excesivo de interacciones, nosotros finalmente tuvimos éxito, hoy, elaborando una órbita correcta en el sexto decimal. En este trabajo he encontrado necesario extender varias "Listas de Cálculo" que desarrollé con ustedes, porque ya no era posible, para la precisión deseada.¹⁵²

Los vínculos establecidos entre Sandoval Vallarta con sus colegas y alumnos, fueron de vital importancia para la consolidación de la red científico-social mexicana. En este momento, es importante destacar que uno de los principales elementos que unió aún más a la comunidad científica mexicana fue su interés por los temas de la Física Moderna. Ésta surgió a principios del siglo XX cuando apareció la Teoría Cuántica de Max Plank y la Teoría de la Relatividad de Albert Einstein. Con la aparición de estas nuevas teorías se abrió la posibilidad de explicar algunos fenómenos que no podían ser abordados desde la Física Clásica o Newtoniana. La ruptura con la Física Clásica fue evidente; el desarrollo de las teorías antes mencionadas al comienzo del siglo XX fueron aplicadas a sistemas microscópicos como los átomos, moléculas, núcleos y partículas elementales y a los sistemas macroscópicos en estado

¹⁵¹ *Ibid.*

¹⁵² *Ibid.*

sólido, líquido o gaseoso han permitido una profunda comprensión del modo de actuar de la naturaleza.¹⁵³

Desde la primera generación de científicos éstos se fueron interesando en los temas relacionados con la teoría de la gravitación de Einstein. La Biblioteca de Sotero Prieto que se conserva en la Facultad de Matemáticas de la UNAM, posee libros que pertenecieron a este intelectual, muchos de ellos tienen que ver con temas sobre la relatividad, incluso en ellos encontramos notas hechas por el propio profesor en donde reflexiona sobre los avances y posturas en torno a este conocimiento.

Con el paso de los años algunos miembros de la segunda generación, principalmente Sandoval Vallarta y los pertenecientes a la tercera se interesaron en aquellos temas relacionados con la energía nuclear, haciendo énfasis en la Física Experimental. La mayoría de las publicaciones de algunos de estos científicos que aparecieron en la Revista Mexicana de Física tratan de temas nucleares, incluso es interesante observar que algunos de ellos fueron miembros de la mesa directiva, directores y parte del comité editorial de dicha revista; entre ellos mencionemos a: Carlos Graef Fernández, Ricardo Monges López, Manuel Sandoval Vallarta, Nabor Carrillo, Mariano Hernández y Fernando Alba Andrade. El interés por los asuntos nucleares hizo que muchos de nuestros científicos realizaran sus estudios de posgrado o en algunos casos

¹⁵³ TIPLER, Paul Allen, *Física Moderna*, Versión española Dr. José Aguilar Peris, España, Editorial Reverté, 1980, p. 1.

estancias de especialización en el extranjero ello es muy significativo ya que amplía la red a contactos externos

Como ya se ha mencionado, a inicios del siglo XX México no contaba con las carreras propiamente dichas de físico o matemático, el cambio se dio a partir de la década de los años treinta de ese siglo; sin embargo, esto no fue una limitante para que quien estuviera interesado en estas ciencias se decidiera a realizar sus estudios encaminados a ellas. En el rastreo de las actividades realizadas por nuestros científicos me he dado cuenta que para su desarrollo profesional y científico fue de vital importancia realizar sus estudios en el extranjero. La promoción de sus propios profesores así como la obtención de una beca hizo posible este hecho:

La Fundación Guggenheim, el Instituto de Educación Internacional, el Departamento de Estado de los Estados Unidos, el Instituto Tecnológico de Massachussets, la Universidad de Harvard, la de Princeton y muchas otras organizaciones más, han ayudado enormemente para preparar a jóvenes investigadores por medio del otorgamiento de becas.¹⁵⁴

Ricardo Monges López, Alfonso Nápoles Gándara, Manuel Sandoval Vallarta, Alfredo Baños, Carlos Graef Fernández, Fernando Alba Andrade, Marcos Moshinsky, Nabor Carrillo Flores y Alberto Barajas son algunos de los científicos de los que hemos encontrado referencia de sus estudios en el extranjero, al respecta Nápoles Gándara dijo lo siguiente:

El hecho no parece tener importancia, pero la realidad es que causó impacto en el medio científico de México por varias circunstancias: por lo rarísimo

¹⁵⁴ SANDOVAL Vallarta, Manuel, *Op, Cit*, p. 470. En este misma conferencia Sandoval comenta que hasta ese momento la Fundación Rockefeller: “ha mostrado un interés muy limitado en el desarrollo de la investigación matemática y física en México”

del México de entonces (1930) de conceder y recibir becas y, ¡cosa insólita en México!, por haberse concedido la beca para el estudio en Matemáticas, habiendo como había buen número de candidatos en humanidades y otras especialidades, el hecho llamó la atención, además, porque se trataba de las dos primeras becas que se otorgaba la Fundación Guggenheim a latinoamericanos no residentes en los EU.”¹⁵⁵

La fundación Guggenheim estaba integrada por un Comité de selección el cual debía tener las pruebas de que el candidato a recibir la beca fueran personas de extraordinaria capacidad para la investigación, demostrado por lo general en anteriores publicaciones que contengan importantes contribuciones al saber, la fundación consultaba a eruditos, científicos y artistas de reconocido prestigio y responsabilidad acerca de los méritos y la promesa de los solicitantes y de los planes¹⁵⁶ que presentaban.

Con esto, podemos afirmar que nuestra red no sólo fue de carácter nacional sino que gracias a estas movilidades comenzaron los contactos internacionales. Como ejemplo vamos a poner el año de 1934. Justo un año antes de la muerte de Sotero Prieto se tuvo la visita del matemático Dirk Jan Struik del MIT,¹⁵⁷ mismo instituto en que habían estudiado el propio Sandoval Vallarta, Alfonso Nápoles Gándara, Alfredo Baños y Carlos Graef Fernández. Todos ellos realizaron sus estudios en el extranjero apoyados por una beca Guggenheim.

¹⁵⁵ Tomado de: www.matmor.unam.mx/muciray/smm/60/alfonso.html. 24-MAR-12.

¹⁵⁶ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección Correspondencia, Serie científica, Caja 34, Exp. 18.

¹⁵⁷ RIVAUD, Juan José, “Las matemáticas. Antecedentes!, en: Arturo Menchaca, (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, CONACULTA-FCE, 2000, p. 28.

Struik fue un eminente matemático la Secretaría de Educación Pública fue quien realizó la invitación a dicho profesor, para que éste viniera al país a impartir una conferencia sobre el Cálculo Tensorial y Teoría Moderna de la Probabilidad en los seminarios de la Academia Nacional “Antonio Alzate” Las relaciones con destacadas personalidades internacionales comenzarían a sucederse a lo largo de los años, elemento de vital importancia para la ampliación de los contactos de nuestra red.

LAS INSTITUCIONES.

Sin duda, la importancia que nuestros científicos daban a la educación científica se reflejó en sus esfuerzos por crear instituciones en donde no sólo se hiciera la ciencia sino que también fueran capaces de proveer a los estudiantes con las herramientas para la aplicación de sus conocimientos.

Uno de los ejemplos más claros fueron sus labores en la UNAM a partir de la década de los años treinta ya que de acuerdo con Raúl Domínguez: *“desde el triunfo de la Revolución y hasta prácticamente la mitad del siglo, [las actividades de la Universidad] estuvieron limitadas por una marcada insuficiencia de condiciones para su desarrollo, de manera tal que no resulta exagerado afirmar la virtual ausencia de dispositivos institucionales para el cumplimiento de esas funciones.”*¹⁵⁸

¹⁵⁸ DOMÍNGUEZ Martínez, Raúl, *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963*, México, Centro de estudios sobre la Universidad-Plaza y Valdés, 2000, p. 23.

En la creación de la Facultad de Ciencias de la UNAM en 1938,¹⁵⁹ la participación de Ricardo Monges López, Alfonso Nápoles Gándara, Alfredo Baños y Carlos Graef, fue de vital importancia para la gestión de la creación de nuevos espacios para los estudios y la investigación científica:

Estoy muy feliz de anunciar que el "Consejo Universitario" finalmente aprobó la iniciativa de Monges López, yo contribuí, activamente para su establecimiento, a partir del próximo año, la Facultad de Ciencias cuenta con siete departamentos: Matemáticas, Física, Química, Biología, Geología, Geografía y Astronomía, ofreciendo en cada uno de los departamento los grados de Maestro y Doctor. Aunque, en la actualidad, debido a las difíciles condiciones de la Universidad la creación de la Facultad de Ciencias es sólo un poco más que un gesto formal, creemos que es un gran paso adelante y que, a su debido tiempo, veremos los beneficios de la nueva Facultad.¹⁶⁰

Sin duda, la década de los años treinta fue el arranque del proceso de creación de instituciones de carácter científico; sin embargo, hay que señalar que la falta de presupuesto y de materiales de investigación, en cierta forma limitaron los avances científicos en comparación con otras partes del mundo, por ejemplo los estados Unidos. Pese a ello los miembros de nuestra red lograron conformar una comunidad científica representativa y lo más importante es que muchos de ellos estuvieron al frente de estas instituciones, ya

¹⁵⁹ Es importante recordar que antes de la década de los años treinta del siglo XX, no existía en México una institución que otorgara el título de Físico o Matemático, quienes se encargaron de realizar estos estudios fueron los ingenieros. Con la creación de la Escuela Nacional de Altos Estudios en 1910, en donde había quedado instaurada una sección de Ciencias en donde se impartieron cursos de Biología, Física moderna y Matemáticas avanzadas. Para 1925 hubo una transformación en la ENAE y los estudios científicos quedaron integrados en la Facultad de Filosofía y Letras fue hasta 1935 cuando se logró constituir la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas en donde se formaron las nuevas generaciones de físicos y matemáticos del país. Ver: <http://www.ciencias.unam.mx/historia.html> 25-ene-12.

¹⁶⁰ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección Correspondencia, Serie científica, Caja 20, Exp. 12, Leg. 4.

sea como directores, presidentes, consejeros o representantes, para esos momentos, las ciencias exactas en México ya se encontraban consolidadas.

La reestructuración que la UNAM tuvo en 1934 fue fundamental para el proceso de institucionalización de estas disciplinas y es que después de varios años las carreras en ciencias fueron separadas de la Facultad de Filosofía y Letras, cuyo antecedente fue la ENAE, fundada en 1910, esta institución albergó una sección de ciencias en donde se enseñaron Matemáticas, Biología, Física y Química.¹⁶¹

El objetivo de crear una Facultad dedicada a estos estudios, fue precisamente el de ir formando con el paso de los años a un buen número de científicos que se dedicaran a la investigación Física y Matemática; en otras palabras, dejar el atraso mexicano en este campo y propiciar la conjunción de lo teórico con lo experimental.

De esta forma, en 1934 fue fundada la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas la cual abrigó a la Sección de Ciencias Físicas y Matemáticas que para 1935 cambió su nombre por el de Departamento de Ciencias Físico-Matemáticas. En este departamento los interesados podían realizar estudios de posgrado en Física, de acuerdo con María de la Paz Ramos: *“Por primera vez, se presentaba la oportunidad de hacer estudios serios en física, como una ciencia básica con*

¹⁶¹ También quedaron bajo su dependencia los siguientes institutos: el Observatorio Astronómico, el Observatorio Meteorológico, la Comisión Geográfica Exploradora, el Museo de Historia Natural, el Instituto Geológico, el Instituto Médico, el Instituto patológico, el Instituto Bacteriológico, el Museo Nacional y las Inspecciones Generales de Monumentos Arqueológicos e Históricos. LOZANO, Juan Manuel, “Génesis de la facultad de Ciencias” en: www.fciencias.unam.mx/nosotros/historia/Index. 26-Ene-12.

su metodología propia y ya no necesariamente ligada a su aplicación a la ingeniería.”¹⁶²

La apertura de un posgrado en Física fue sin duda un paso muy importante para la vida científica mexicana, de hecho un miembro de nuestra red, me refiero a Fernando Alba Andrade fue el primer físico mexicano en graduarse en este posgrado.

Tres años después; es decir, en 1938, habría una modificación más y finalmente sería creada la Facultad de Ciencias y de igual manera el Instituto de Ciencias. En este Instituto Alfredo Baños inició sus investigaciones en rayos cósmicos, tema al que fue inducido por Manuel Sandoval Vallarta.

En los años cuarenta otro suceso de gran envergadura ocurriría para la investigación científica, me refiero, a la creación del Consejo Técnico y de la Coordinación de la Investigación Científica. La aparición de este organismo nos habla de la gran presencia que había estado cobrando la ciencia en México, misma en la que nuestros científicos hicieron lo posible por tener y mantener un grado alto de participación, pero quizás lo más importante de la aparición de este consejo fue que por primera vez se otorgaba la categoría de “investigadores” a los miembros de los institutos de investigación pertenecientes a la UNAM.

El Consejo quedó integrado de la siguiente manera: el Dr. Nabor Carrillo fue nombrado coordinador, el Dr. Alfonso Nápoles Gándara Director del

¹⁶² RAMOS Lara, María de la Paz, “De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México”, en: http://rmf.ciencias.unam.mx/pdf/rmf-e/51/2/51_2_0137.pdf. 16-JUL-11.

Instituto de Matemáticas, el Dr. Carlos Graef Fernández como el Director del Instituto de Física, el Dr. Roberto Lamas del de Biología, el Ing. Ricardo Monges López se encargaría del instituto de Geología, el Mtro. en Ciencias Alberto Barajas estaría encargado de la Facultad de Ciencias; entre otros.¹⁶³ Podemos tomar la creación de organismo fue fundamental para consolidar la figura del científico-profesor-investigador que hasta antes no se tenía.

La UNAM no fue la única casa de estudios que contó con espacios especializados para el desarrollo científico, el IPN desde el momento de su creación también tuvo en mente la importancia del conocimiento científico y su vinculación con la técnica. De nueva cuenta algunos de nuestros científicos tuvieron un contacto con el Politécnico. Se ha encontrado que Manuel Sandoval Vallarta fue su director de 1944 a 1947, lo que nos abre más la red. Otros miembros de nuestra red, también tuvieron un contacto con la planta académica del IPN; por ejemplo, *“las actividades de docencia en la Escuela Superior de Ingeniería mecánica y Eléctrica de parte de Físicos y Matemáticos como Carlos Graef, Alfonso Nápoles Gándara y Alfredo Baños, redituaron para la institución el incremento del nivel de conocimientos que sustenta la profesión de ingeniería; y más importante aún, su experiencia, conocimientos y trabajos mostraron a los estudiantes-ingenieros lo que realmente significaba hacer investigación.”*¹⁶⁴

¹⁶³ Tomado del listado de asistencias del Consejo Técnico de la Investigación Científica reproducido en: DOMÍNGUEZ Martínez, Raúl, Gerardo Suárez Reynoso y Judith Zubieta García, *Cincuenta años de ciencia universitaria: una visión retrospectiva*, México, Coordinación de Humanidades/Coordinación de la Investigación Científica UNAM/Miguel Ángel Porrúa, 1998, (Colección Problemas educativos de México), p.111.

¹⁶⁴ ORTIZ Morales, Andrés, *Op, Cit*, p. 152.

No obstante, para nuestros científicos sin duda fue más importante estar dentro de la UNAM ya que la orientación que ésta tenía estaba más en concordancia con las investigación científica debido a la creación de planteles e instituto dedicados a ella. En la tesis doctoral de Andrés Ortiz queda claro que la falta de recursos en el IPN, en especial a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) tuvo como consecuencia la falta de investigación científica, ello tuvo que ver con el interés que la élite gobernante tenía, la importancia al progreso material como éste autor lo ha denominado, provocó que en esta institución el conocimiento técnico tuviera mayor relevancia, *“A pesar de que la legislación educativa y la normatividad del IPN ordenaban la realización de investigación para el beneficio del país, la conexión entre sus escuelas y el aparato productivo nacional resultó muy débil.”*¹⁶⁵ El IPN dependía de la Secretaría de Educación Pública, lo que no ocurría con la UNAM, por tanto sus escuelas e institutos dedicados a la investigación científica estaban sujetos a las disposiciones del Estado.

Otro de los elementos en el que podemos corroborar la importancia de nuestro grupo dentro del proceso de institucionalización de las ciencias exactas en México, es a través de la organización o participación en Congresos tanto nacionales como extranjeros. En 1942 se celebró el Congreso Internacional de Astrofísica con motivo de la inauguración del Observatorio Astrofísico Nacional del Tonanzintla, Puebla.

¹⁶⁵ *Ibidem*, p.226.

En marzo de ese mismo año Manuel Sandoval Vallarta ofrecería un ciclo de conferencias titulado “Problemas escogidos de Mecánica y Teoría,” el cual se celebraría en el aula Sotero Prieto de la ENI, para ese entonces el ingeniero Ricardo Monges López era el director de la Facultad de Ciencias, lo que nos hace pensar que la relación que había entre estos dos individuos desde años atrás propició la participación de Sandoval en este ciclo de conferencias y de acuerdo con el programa del evento:

Este ciclo de 5 conferencias, a cargo del DR, en C. MANUEL SANDOVAL VALLARTA, versará sobre problemas de Mecánica y Teoría Electromagnética escogidos de tal manera que muestren la unidad de la Física. Se tratará el problema del péndulo doble como introducción a la teoría de los sistemas acoplados, desde el punto de vista de las ecuaciones de Lagrange, el problema de los péndulos acoplados clásicamente; la teoría de las oscilaciones pequeñas con especial atención al problema de las oscilaciones de un cilindro pequeño que rueda en el interior de otro cilindro de mayor diámetro y que puede rodar sobre una superficie plana [...] Estas conferencias estarán dirigidas particularmente al elemento estudiantil que se interese por ellas, y por consiguiente, se presentarán en cuanto sea posible desde un punto de vista elemental¹⁶⁶

Otro evento que también fue organizado en ese año fue el Primer Congreso Nacional de Matemáticas, a través del Instituto de Matemáticas y la UNAM, en el cual:

La Universidad Nacional Autónoma de México, al organizar el Primer Congreso Nacional de Matemáticas, no desea solamente proporcionar un medio para el intercambio de información y conocimientos científicos, con las consiguientes facilidades para establecer amistades duraderas entre los hombres de ciencia de nuestra nación, sino también rendir homenaje al ilustre matemático inglés Sir Isaac Newton, en ocasión del III centenario de su natalicio y conmemorar el LXXV aniversario de la fundación del “Ateneo Fuente” de Saltillo.¹⁶⁷

¹⁶⁶ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección personal, Serie administración, Caja 44, exp. 20.

¹⁶⁷ *Ibíd.*

En este párrafo se puede ver claramente el pensamiento de nuestros científicos de fomentar tanto sus lazos como sus vínculos en pro de la ciencia nacional y es interesante observar que esto se pretendía no sólo dentro del círculo de los individuos a los que hemos estado haciendo referencia a lo largo de este trabajo sino extender los lazos hacia otros estudiosos del tema. Por parte del Comité organizador encontramos a Alfonso Nápoles Gándara como el presidente, a Carlos Graef Fernández, Alberto Barajas Celis, Nabor Carrillo y Mariano Hernández como Vicepresidentes.

En el evento se rindió homenaje a aquellos matemáticos que ya habían muerto entre ellos Valentín Gama, Antonio Suárez, Pedro Garza, Carlos Rodríguez y por supuesto a Sotero Prieto. Sin duda, para los organizadores del evento estas personas fueron muy importantes en el desarrollo científico del país. Para la comunidad física y matemática que hemos estado observando, ellos sentaron las bases del proceso de institucionalización de estas disciplinas.

En el primer Congreso Nacional de Matemáticas se ofrecieron conferencias especiales sobre la Matemática Pura: Análisis, Geometría, Estadística Matemática, Pedagogía de las Matemáticas, Lógica Matemática e Historia de las Matemáticas; la otra sección abarcaría temas de la Matemática aplicada: a la Astronomía, Física, Química, Geografía e Ingeniería. Esto es muy importante ya que nos permite comprender la presencia de los físicos, sobre todo de aquéllos a los que ya hemos hecho referencia, dentro del Congreso.

CUADRO 4. LISTADO DE ASISTENTES AL PRIMER CONGRESO NACIONAL DE MATEMÁTICAS DEL 1° AL 7 DE NOVIEMBRE DE 1942.

DÍA	PARTICIPANTE	TÍTULO DE LA PONENCIA
2-Noviembre	Dr. Carlos Graef Fernández Prof. Enrique Valle Flores Ing. Bruno Mascanzoni Prof. Javier Barros Sierra Ing. Ricardo Monges López, Maestro en Ciencias Agustín Anfossi y Prof. Agustín Aragón Leiva	¿Qué son las Matemáticas? Algebra Moderna Análisis Matemático Análisis Vectorial Conferencia sobre Newton
3-Noviembre	Prof. Miguel Urquijo Mercado Prof. Remigio Valdés Mtro en Ciencias. Alberto Barajas. Prof. Francisco Zubieta Russi Dr. Alfonso Nápoles Gándara Dr. Manuel Sandoval Vallarta Dr. Blas Cabrera Dr. Carlos Graef	Teoría de los Conjuntos Tipología Geometrías no Euclideas Teoría de los Números Matemáticas Puras La Utilidad de las Matemáticas Las Matemáticas y la Física Las Matemáticas y la Filosofía
4-Noviembre	Ing. Franciso José Álvarez Mtro en Ciencias Jorge Quijano Dr. Alfonso Nápoles Gándara Mtro en Ciencias Agustín Anfossi	Funciones Analíticas Geometría Proyectiva La Enseñanza de las Matemáticas Historia de las Matemáticas
6-Noviembre	Ing. Francisco José Álvarez Ing. Tomás Herrera Prof. Agustín Aragón Leiva Dr. José Joaquín Izquierdo Prof. David Castañeda Dr. José Joaquín Gallo Prof. Luis Enrique Erro	Las Matemáticas y la Ingeniería Las Matemáticas y la Industria Las Matemáticas y la Filosofía Las Matemáticas y la Fisiología Las Matemáticas y la Música Las Matemáticas y la Astronomía Las Matemáticas y la Astronomía

Elaboración propia con base a los datos tomados de: AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección personal, Serie administración, Caja 44, exp. 20.

La organización de este Primer Congreso de Matemáticas, nos indica el interés de nuestra comunidad científica por lograr consolidar e institucionalizar

sus disciplinas y al parecer estos esfuerzos fueron dando frutos ya que al año siguiente fue constituida la Sociedad Matemática Mexicana, cuyo presidente fue el Dr. Nápoles Gándara.

En 1945 se llevó cabo el Segundo Congreso nacional de Matemáticas en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, la Sociedad Matemática Mexicana convocó a las instituciones científicas del país, a los profesores de matemáticas y de física, a los ingenieros, arquitectos, actuarios, investigadores en ciencias exactas, técnicos de la industria, de la banca y del comercio interesados en participar al Congreso cuyas finalidades fueron:

1. *Fomentar la investigación matemática.*
2. *Promover el acercamiento entre las personas que en nuestro país se dedican a la investigación o a la enseñanza de las ciencias exactas, y los técnicos, profesionistas e industriales cuyas actividades se relacionan con las matemáticas.*
3. *Dar a conocer la influencia de la matemática en el progreso de la ciencia, la técnica y la industria.*
4. *Procurar el mejoramiento de la enseñanza de las matemáticas en nuestro país*
5. *Rendir un homenaje a los hombres de ciencias del estado de Jalisco.*¹⁶⁸

En mayo de 1943 se celebraría el Primer Congreso Nacional de Física, en la ciudad de Puebla, convocado por el gobierno y la Universidad del estado, así como del Observatorio Astronómico Nacional de Tonanzintla. Dentro de los participantes encontramos a Fernando Alba Andrade, Alberto Barajas, Alfonso Nápoles Gándara y Carlos Graef Fernández. Es importante mencionar que tanto en el Congreso Nacional de Matemáticas como en este aparecen una serie

¹⁶⁸ *Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana*, Vol. II, Núms. 1 y 2, Enero y Abril, México, Sociedad Mexicana de Matemáticas/CICIC/UNAM, 1945, pp. 27-28.

de nombres de científicos inmersos en los temas de estudio de estas ciencias, lo que nos indica que es posible que la red se pueda ampliar más; sin embargo, hace falta encontrar más fuentes que permitan corroborar este hecho.

De acuerdo con los organizadores, la intención de este Congreso sería la de *“agrupar a los valores científicos más destacados, para una obra de noble y prometedora utilidad colectiva”*¹⁶⁹ pero también de fomentar los lazos entre la comunidad científica interesada en la Física.

Una de las actividades más interesantes dentro del Congreso fue la realización de una feria de la Física, en la cual se llevaron a cabo diversos experimentos y demostraciones de fenómenos físicos, entre ellos: la Célula Fotoeléctrica, el Oscilador de alta frecuencia, Transmisión del sonido por medio de la Luz, Luz Negra, Luz Fría, Colores Complementarios, efectos Electroscópicos, Control de los rayos de la Luz¹⁷⁰; entre otros. Entre los encargados de llevar a cabo estas demostraciones podemos mencionar al Ing. Álvaro Bernal, el Prof. Antonio Hernández, el Ing. Salvador Mosqueira, el Ing. Mario Velazco

CUADRO 5. ASISTENTES AL PRIMER CONGRESO DE FÍSICA, CELEBRADO EN PUEBLA DEL 3 AL 6 DE MAYO DE 1943.

DÍA	PARTICIPANTE	TÍTULO DE LA PONENCIA
3-Mayo	Dr. Harlow Shaple.	La Metagalaxia (Traducción del Dr. Carlos Graef Fernández).
4-Mayo	Dr. P. W. Bridgman.	Estudio de las propiedades de la materia sujeta a altas presiones.

¹⁶⁹ AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección personal, Serie administración, Caja 44, exp. 20.

¹⁷⁰ *Ibíd.*

	<p>Dr. I. I. Rabi.</p> <p>Dr. W. V. Houston.</p> <p>Dr. L.- D. Leet.</p> <p>Dr. J. G. Baker.</p> <p>Ing. José Fernández Lerera.</p>	<p>El magnetismo y los núcleos atómicos.</p> <p>Problemas no resueltos de la física atómica.</p> <p>Una nueva onda elástica en la sismología.</p> <p>Algunos aspectos de la condición de Petzval en la óptica.</p> <p>El complejo materia-energía.</p>
4-Mayo	<p>Dr. L. J. Briggs.</p> <p>Dr. Manuel S. Vallarta.</p> <p>Dr. S. Chandrasekhar.</p> <p>Dr. J. W. Brams.</p> <p>Dr. Harlow Shapley.</p>	<p>Las relaciones del gobierno con la investigación científica.</p> <p>Diez años de la teoría de la radiación cósmica.</p> <p>La dinámica de los cúmulos estelares como un problema del movimiento Browniano.</p> <p>La dinámica de los cúmulos estelares como un problema del movimiento Browniano.</p> <p>La Ultra-Científica aplicada a los problemas físicos y biológicos.</p> <p>Estudio de un gradiente transversal de densidad en la metagalaxia.</p>
6-Mayo	<p>Prof. Antonio Hernández.</p> <p>Dr. Blas Cabrera.</p> <p>Dr. Manuel S. Vallarta.</p> <p>Ing. Francisco Villaseñor.</p> <p>Dr. Carlos Graef Fernández.</p> <p>Mtro. En C. Alberto Barajas.</p> <p>Dr. Alfonso N. Gándara.</p> <p>Ing. Juan Manuel Mascott.</p> <p>Ing. Miguel Urquijo Mercado.</p>	<p>La enseñanza de la Física en México.</p> <p>Partículas primarias en el magnetismo.</p> <p>Diez años de radiación cósmica.</p> <p>Una nueva interpretación del experimento de Michelson Mor.</p> <p>Interacción de la materia y las ondas electromagnéticas.</p> <p>Teoría de la relatividad.</p> <p>Calculo tensorial</p> <p>La física y sus relaciones con la química.</p> <p>Resolución de un problema de una placa trabajando la sección por medio de funciones armónicas.</p>

Elaboración propia con base a los datos tomados de: AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección personal, Serie administración, Caja 44, exp. 20.

Como se mencionó en el capítulo 2 de esta tesis, la creación de la CICIC tuvo gran importancia para la generación del conocimiento científico y por tanto, uno de sus principales intereses fue el de difundir la investigación

científica. La Comisión consideró relevante la unión de los científicos; es decir, coordinar las actividades de investigación que ellos estaban realizando debido a que:

En diversas Secretarías de Estado e instituciones particulares se llevan a cabo investigaciones científicas que aunque generalmente tienen diversas finalidades versan sobre un mismo tema sin que exista entre los investigadores coordinación de esfuerzos, y cómo en último análisis casi todas estas investigaciones se hacen con elementos de la nación para beneficio de todo el país, no conviene que se duplique inútilmente actividades y que no se coordine debidamente la labor de los investigadores.¹⁷¹

El Dr. Manuel Sandoval Vallarta Vocal Físico-Matemático fue nombrado el presidente de la Comisión, mientras que el Ing. Ricardo Monges López Vocal de Ciencias aplicadas fue el secretario. También fueron nombrados otros tres vocales, el Dr. José Zozaya fue el Vocal Biólogo, el Ing. Ezequiel Ordóñez Vocal Geólogo y el Dr. Fernando Orozco Vocal Químico.¹⁷²

Para poder lograr una difusión más eficaz de la investigación científica mexicana, la CICIC concedió subsidios especiales de otras publicaciones científicas entre ellas el Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana, Catálogo Astrofotográfico del Observatorio Astronómico de Tacubaya, "Ciencia" (revista hispanoamericana de ciencias puras y aplicadas), Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, publicaciones de la Sociedad Geológica

¹⁷¹ *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1943, p. 14.

¹⁷² Al año siguiente, es decir, en 1944 la Comisión tuvo una reestructuración, Sandoval Vallarta ya no sería el presidente, debido a que el Secretario de Educación Pública sería quien tuviera este cargo, para esa fecha fue Jaime Torres Bodet. En 1946 el nuevo Secretario de Educación el Licenciado Manuel Gual Vidal sería el presidente y se integraría el licenciado Guillermo Héctor Rodríguez Director de Enseñanza Superior e Investigación Científica como el representante del presidente. Las otras personas que mencionamos como parte del comité continuaron en sus cargos.

Mexicana, *Anales de la Academia Nacional de Ciencias*, Monografía sobre la Salmonelosis y el Catálogo de Mosquitos Anopheles del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales.¹⁷³

Otro evento de gran importancia para las ciencias exactas en México, fue la organización del V Congreso Internacional de Radiación Cósmica celebrado en la ciudad de Guanajuato del 5 al 13 de septiembre de 1955. Dicho Congreso contó con el patrocinio y la dirección de la Comisión de Radiación Cósmica de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada. El Gobierno Federal de México brindó su apoyo económico a través de la Secretaría de Educación Pública y el Instituto Nacional de la Investigación Científica; la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); el Gobierno del Estado de Guanajuato y la Universidad de Guanajuato.¹⁷⁴

La organización de este Congreso en México, nos habla de la importancia que iba cobrando la comunidad científica en temas relacionados con las ciencias exactas en general y en determinados temas especializados como es el caso de la radiación cósmica a la que varios de nuestros actores dedicaron sus estudios, entre ellos el propio Sandoval Vallarta, Ruth Gall, Jaime Lifshitz y Marcos Moshinsky. La memoria del Congreso contiene los artículos que fueron presentados, ellos nos dan cuenta de la importancia del tema a nivel internacional, de igual manera, nos muestra que en México también se estaban

¹⁷³ *Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica*, México, CICIC, 1943, p. 18.

¹⁷⁴ *Memoria del V Congreso Internacional de Radiación Cósmica*, Edición a cargo de Manuel Sandoval Vallarta, México, Instituto Nacional de Investigación Científica, 1958, p. 9.

desarrollando interesantes trabajos al respecto, pero sobre todo de los contactos de nuestros científicos con la comunidad científica internacional, lo que amplía los vínculos de nuestra red.

La pertenencia a las Sociedades científicas fue otro factor que propició la promoción, difusión e institucionalización de las ciencias exactas. Así la ya mencionada Sociedad Científica “Antonio Alzate” fue una de las principales organizaciones que dio cabida a las actividades científicas mexicanas, de hecho en sus memorias encontramos una gran diversidad de artículos publicados con el fin de fortalecer el conocimiento científico no sólo de las ciencias duras sino también en el campo de las sociales y las humanidades. Nuestro profesor Prieto publicó en esta revista tres artículos especializados, los únicos que hasta el momento hemos podido localizar y consultar, Manuel Sandoval Vallarta y Ricardo Monges López, son otros científicos que hicieron algunas publicaciones en este lugar. Por su parte la fundación de nuevas instituciones encaminadas al progreso científico también fue de vital importancia para que nuestra comunidad científica gozará de un espacio no sólo para la publicación de sus investigaciones sino que también para entrar en contacto con otras personas; ejemplo de ello lo tenemos con la creación del Colegio Nacional en el año de 1943, por decreto presidencial de Manuel Ávila Camacho, en él tendrían participación lo más destacados intelectuales y científicos del país y de nuestros científicos quien tuvo participación en su fundación fue Manuel Sandoval Vallarta él impartió: *“año con año cursos y ciclos de conferencias sobre los temas más diversos. El desarrollo de las ideas de su propia especialidad, el de la radiación cósmica;*

los nuevos descubrimientos en muchos otros campos de la física; los problemas que el desarrollo científico trae aparejado la situación energética de México."¹⁷⁵ En esta práctica de impartición de cursos, clases y conferencias podemos ver una similitud con la labor realizada muchos años atrás por su gran maestro Sotero Prieto, de hecho, considero que este fue uno de los principales valores que este destacado matemático inculcó con gran éxito entre sus alumnos.

En 1945 fue fundada la Sociedad matemática Mexicana. En el AHCMSV se localizan algunos tomos de la revista publicada por esta sociedad y al observar el listado de las personas que integraban la junta Directiva, así como el Comité Consultivo nos damos cuenta que los nombres de los científicos a los que hemos estado analizando se repiten durante los años que van de 1943 a 1955. De este hecho podemos concluir que su vida académica-profesional fue muy productiva y duradera, Alfonso Nápoles Gándara se repite como presidente durante cinco periodos consecutivos, al igual que Sandoval Vallarta y Carlos Graef se repiten como miembros del Consejo Consultivo. Otros nombres también aparecen tal es el caso de Ricardo Monges López que fuera Tesorero en el período de 1945 a 1947 y Secretario de Actas de 1945 a 1951, Nabor Carrillo Flores también participó en esta sociedad él fungió como Vicepresidente de 1945 a 1951 año en el cual Alberto Barajas asumió el cargo hasta 1953.

¹⁷⁵ MOSHINKY, Marcos, citado en: Hildebrando, Jaimes, *Manuel Sandoval Vallarta en el Colegio Nacional*, Avance de investigación inédito presentado en el Seminario de Historia Mundial "Aprendiendo Historia de las Ciencias" de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2008.

Por su parte, la organización de la comunidad de físicos mexicanos hizo posible la creación en 1950 de la Sociedad Mexicana de Física. Los trabajos de la comunidad de físicos mexicanos fueron publicados en la Revista Mexicana de Física cuyo director era Marcos Moshinsky. En 1955 celebró una Asamblea Conjunta con la American Physical Society cuyo presidente era el Dr. R. T. Birge, mientras que el Dr. Carlos Graef Fernández era el presidente de la Sociedad Mexicana de Física. Para esos momentos, el Dr. Nabor Carrillo era el Rector de la UNAM. En la Asamblea se presentaron trabajos relacionados con la Energía Nuclear, la Física Teórica, Dinámica de Fluidos, Óptica, Física General, Partículas Elementales, Campos de Fuerza.

CUADO 6. MIEMBROS DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. 1955-1963.

1955-1959	1959-1963
<p style="text-align: center;">MESA DIRECTIVA.</p> <p>Presidente: Carlos Graef Fernández.</p> <p>Vicepresidente: José Mireles Malpica.</p> <p style="padding-left: 40px;">Secretario: Salvador Mosqueira.</p> <p>Primer secretario: Enrique Molina M.</p> <p>Segundo secretario: Manuel Glez. López.</p> <p>Tesorero: Luz María Barraza.</p> <p>Vocales: Fernando Alba Andrade, Jehová Guerrero Torres, Salvador Monroy Delenne, Marcos Moshinsky, Ricardo Mónges López</p>	<p style="text-align: center;">MESA DIRECTIVA.</p> <p>Presidente: Carlos Graef Fernández.</p> <p>Vicepresidente: Fernando Alba Andrade.</p> <p>Secretario: Augusto Moreno Moreno.</p> <p>Primer secretario: Enrique Molina M.</p> <p>Segundo secretario: Manuel Glez. López.</p> <p>Tesorero: Luz María Barraza.</p> <p>Vocales: Francisco Medina Nicolau, José Mireles Malpica, Salvador Monroy Delenne, Marcos Moshinsky, Sara Rodiles de Ayala, Ricardo</p>

	Mónges López
<p style="text-align: center;">CONSEJO CONSULTIVO</p> <p>Presidente: Manuel Sandoval Vallarta.</p> <p>Vocales: Julián Adem, Álvaro Bernal, Fausto Becerril, Nabor Carrillo, Manuel Cerillo, Enrique Chávez, Eduardo Díaz Lozada, Mariano Hernández B., Fernando E. Prieto.</p>	<p style="text-align: center;">CONSEJO CONSULTIVO</p> <p style="text-align: center;">Presidente: Manuel Sandoval Vallarta.</p> <p>Vocales: Nabor Carrillo, Juan Manuel Lozano, Eduardo Díaz Lozada, Alejandro Félix Estrada, Francisco Villaseñor, Manuela Garín de Álvarez, Juan de Oyarzabal, Alonso Fernández, Marcos Mazari, Jorge Alvas.</p>

Elaboración propia con base a los datos tomados de: *Revista Mexicana de Física*, Vol. 4, Núm. 3, México, 1955 y *Revista Mexicana de Física*, Vol. 10, Núm. 1, 2, México, 1961.

En junio de 1961, se celebró una nueva Asamblea, aquí se presentaron temas de Radiación Cósmica, Energía Nuclear, Colisiones Atómicas y Física Teórica. Como se puede notar los temas referentes a lo nuclear tuvieron una gran importancia, científicos extranjeros presentaron sus conferencias sobre este campo de estudio, pero también los científicos mexicanos ya estaban

incursionando en el tema y en este evento estuvieron presentes Marcos Moshinsky y Fernando Alba Andrade.

La institucionalización de la ciencia en México en las áreas de física y matemáticas a partir de la segunda mitad del siglo XX era prácticamente un hecho, en la UNAM tanto las escuelas como en los institutos que se habían creado para la realización de la investigación científica ya estaba en cierta forma consolidada y ha quedado claro que la participación de nuestros científicos en esta institución fue determinante para la creación de estos espacios. Tomemos como ejemplo el Instituto de Matemáticas, ubicado en el sexto piso de la Torre de Ciencias de Ciudad Universitaria, desempeñaba sus labores a través de 7 Departamentos: Topología, Análisis matemático, Geometría algebraica, Lógica matemática, Álgebra abstracta, Ecuaciones diferenciales y Probabilidad y estadística.¹⁷⁶

Cada departamento estaba dirigido por un especialista y para obtener y mantener un alto nivel académico en las investigaciones fueron creados los seminarios departamentales, a ellos podían asistir los miembros del Instituto y los alumnos graduados de la Facultad de Ciencias. Los investigadores del instituto mantenían un intercambio con miembros de centros matemáticos de otros países, recibiendo la visita de algunos profesores extranjeros, entre ellos:

¹⁷⁶ *Gaceta de la Universidad. Información interna de la Universidad nacional Autónoma de México*, Vol .XII, Núm. 31, 1965, p. 3. AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección hemerográfica, Subsección Científica, Serie reconocimientos congresos, Caja 1.

el profesro Barankin de la Universidad de Berkeley, California, Pierre Samuel de la Universidad de París y Albrecht Dold de la Universidad de Heildeberg

Con el objeto de llevar adelantos científicos modernos a las universidades de provincia, con frecuencia los investigadores del Instituto impartían “*conferencias y cursillos en diversas universidades estatales*”¹⁷⁷ Los trabajos de investigación realizados en el Instituto eran publicados en el Boletín de la Sociedad Mexicana Matemática, algunos trabajos tenían que ver con la aplicación de la matemática orientadas a la solución de problemas nacionales prestando su ayuda a instituciones culturales y dependencias gubernamentales.

La escuela Latinoamericana de Física es otro ejemplo de la creación de instituciones científica dedicadas a las ciencias exactas en México. Creada en 1959 por iniciativa del Dr. Marcos Moshinsky, tuvo el propósito de elevar el nivel de la investigación científica por medio de cursos cortos especializados. Para Moshinsky el nacimiento de esta escuela fue la respuesta a las necesidades urgentes de permanecer al tanto de los últimos acontecimientos en el campo de la ciencia. El dijo:

*Uno de los problemas capitales de la investigación, era lograr que la mayor parte de los físicos formados en Estados Unidos y Europa, se mantuvieran al corriente de los nuevos descubrimientos en sus respectivas especialidades; para lograrlo, se crearon escuelas de verano en donde especialistas en campos-frontera de la física (o sea superiores a los post-graduados, los investigadores), exponían los últimos adelantos en su especialidad a grupos selectos de estudiantes.*¹⁷⁸

¹⁷⁷ *Ibíd.*

¹⁷⁸ *Ibíd.*, p. 1

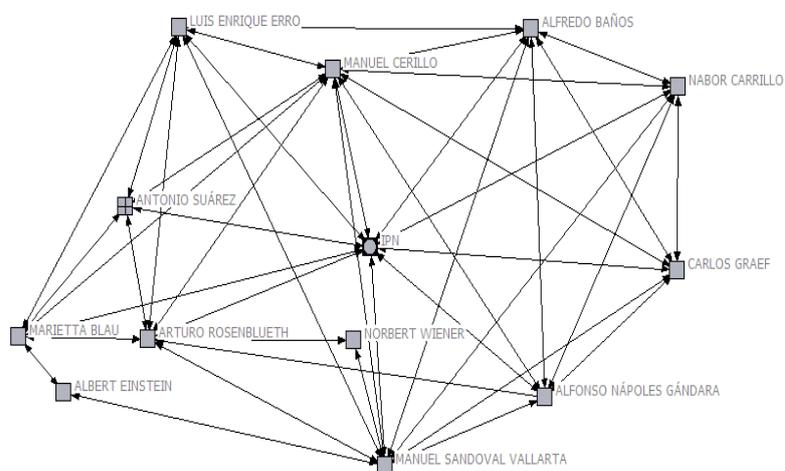
La idea de Moshinsky tuvo éxito ya que para el año de 1956 con el apoyo de la UNAM se organizara un curso de verano sobre física nuclear teórica, con la participación de maestros internacionales y un grupo de jóvenes físicos latinoamericanos con resultados satisfactorios sobre el estudio de la reacción en cadena de una masa de material fisionable superior a una masa mínima, conocida con el nombre de masa crítica. Mosinsky estaba convencido que con la cooperación de México, Brasil y Argentina Latinoamérica podría llegar a encontrar una masa crítica apropiada. En suma, la Escuela Latinoamericana de Física fue un modelo de cooperación entre los científicos latinoamericanos para buscar y lograr contribuciones científicas a nivel nacional como internacional.

Pero, ¿Qué hay de otras instituciones? ¿Sólo la UNAM fue capaz de tener un mayor desarrollo de estas ciencias? La respuesta a estas preguntas es ciertamente negativa, si bien la máxima casa de estudios del país fue pionera en las investigaciones científicas y logró cooptar a los más prestigiados científicos nacionales, otras instituciones también aportaron un granito de arena para este proceso de institucionalización de las ciencias exactas. En este sentido, la creación del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN, también lo podemos considerar como otro elemento de gran envergadura para los estudios en estas materias, cuya principal intención fue la de garantizar y promover la investigación científica, misma que no había corrido con tanta suerte como era el caso de la UNAM, ya que como había os comentado más arriba los intereses de los gobiernos en turno no estaban dirigidos a promover al cien por ciento el desarrollo científico del Politécnico.

La propuesta de la creación del CINVESTAV fue de parte de Manuel Cerillo, otro destacado científico mexicano que había estado a cargo de la ESIME y que se había colocado muy bien dentro del MIT. De acuerdo con Andrés Ortiz, éste no mantenía muy buenas relaciones con la comunidad científica mexicana, por el momento desconozco si Cerillo había tenido algún conflicto con los miembros de nuestra red, sin embargo, no lo ubicamos dentro de los programas de los congresos que hemos mencionado anteriormente ni tampoco ninguna referencia de ellos hacia esta persona, lo que si es segura es que quienes trabajaron dando clases en la ESIME tuvieron algún contacto con él. Ahora bien, por esta situación Cerillo decidió promover a otro amigo suyo para que pusiera en marcha este proyecto, me refiero a Arturo Rosenblueth, destacado médico que había realizado sus estudios en Harvard y la Sorbona; un dato interesante de mencionar es que a través de Manuel Sandoval Vallarta Rosenblueth conoció a Norbert Wiener - considerado como el padre de la cibernética- quien lo veía como un gran científico, este es un perfecto ejemplo de la labro de un intermediario dentro de una red; es decir, de aquella persona que ponen en contacto a terceros que no tienen nada que ver o que ni siquiera tiene algún contacto previo. Después de algunas modificaciones al proyecto original propuesto por Cerillo para la década de 1960 todo está más que listo para dar inició a las labores del CINVESTAV mismo que fue inaugurado oficialmente al año siguiente, lo primordial de esta nueva institución es que gracias a Rosenblueth fue posible que ésta no dependiera completamente del IPN y de eta forma no tuviera los mismos problemas que otras escuelas

pertenecientes a ella habían pasado, ello con el fin de que el objetivo por la cual fue creada se cumpliera cabalmente; esto es: que la investigación científica se llevara de manera cabal dentro del IPN: *“se desarrollarán no tan sólo investigaciones de ciencia pura, sino también de ciencia aplicada, sobre problemas técnico. Una de las metas del centro es contribuir al desarrollo tecnológico del país, preparando técnicos y resolviendo problemas prácticos específicos.”*¹⁷⁹

FIGURA 5. RED EN TORNO AL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



Elaboración propia con base a los datos tomados de: ORTIZ Morales, Andrés, *De la ciencia aplicada a la investigación científico-tecnológica: La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN; (1935-1961)*, Tesis de Doctorado en Historia y Etnohistoria, México, Escuela Nacional de Antropología e Historia, 2011, p. 19. 242 p.

Con la fundación del CINVESTAV, llegamos al final de nuestro recorrido en la reconstrucción de la red científica en torno a la Física y las Matemáticas; éste no me llevado por un camino más amplio del que al inicio de la investigación se había planteado sobre las actividades realizadas por estos

¹⁷⁹ Tomado de ORTIZ, Andrés, *OP, Cit*, p. 219.

científicos ya que como pudimos observar al final la red fue ampliándose cada vez más y no se quedo en el pequeño círculo de científicos que me propuso a estudiar, aunque si bien le doy una mayor importancia a ellos, es cierto que aún falta por explorar más conexiones entabladas con otros intelectuales de la época los cuales sin duda también tuvieron una destacada participación en el proceso de institucionalización de estas ciencias.

CUADRO 7. MIEMBROS DE LOS INSTITUTOS DEDICADOS A LAS CIENCIAS EXACTAS EN MÉXICO DENTRO DE LA UNAM. 1954.

INSTITUTO DE FÍSICA	INSTITUTO DE GEOFÍSICA	INSTITUTO DE MATEMÁTICAS
Director: Dr. Carlos Graef Fernández.	Director y Fundador: Ing. Ricardo Monges López.	Director: Dr. Alfonso Nápoles Gándara.
Secretario: Srita. María Magdalena de Pavia.	PERSONAL CIENTÍFICO	INVESTIGADORES
INVESTIGADORES	Dr. Nabor Carrillo Flores.	Dr. José adem Chahín.
Dr. Carlos Graef Fernández.	Ing. Ricardo Monges López.	Mat. Samuerl Barocio Barrios.
Dr. Manuel Sandoval Vallarta.	Dr. Marcos Moshinsky Barasdiansky.	Prof. Humberto Cárdenas Trigos.
Dr. Marcos Moshinsky Bariadansky.	Dr. Emilio Rosenblueth.	Mat. Emilio Lluís Riera.
Fis. Octavio cano Corona.	Dr. Julián Adem Chahín.	Mat. Rodolfo Morales Martínez.
Lic en fis. Fernando E. Prieto Calderón.	Ing. Manuel Medina Peralta.	Ing. Juan Marcos Salmán.
Fis. Leopoldo Casas.	Ing. Ricardo Toscano.	Dr. Alfonso Nápoles Gándara.
M.tro en Ciencias. Fernando Alba Andrade.	Ing. Eulalio Juárez Badillo.	Dr. Félix Recillas Juárez.
	Ing. Alfonso Vaca Alatorre.	Dr. Guillermo Torres Díaz.
	Sra. Ruth Sonabend de Gall.	Mtro . en Ciencias. Remigio Valdés Gámez.

Mtra. En Ciencias. Enriqueta G. de Velarde. Fis. Juan Manuel Lozano. Sr. Vinicio Cabrerop. Cap. Manuel Vázquez Barrete	Sr. Anselmo Chargoy Morales. Sr. Rafael Molina Berbeyer. Sr. Enrique Cobo Sánchez de la Barquera.	Mat. Enrique Valle Flores. Dr. Roberto Vázquez García. Mtro. En Ciencias. Francisco Zubieta Russi. Investigador visitante: Dr. Salomon Lefschetz.
--	--	---

Elaboración propia con base en los datos tomados de *Anuario Académico para planteles e institutos en Ciudad Universitaria*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1954, 101 p.

**CUADRO 8. PUBLICACIONES REALIZADAS POR LOS FÍSICOS Y MATEMÁTICOS MEXICANOS.
1961.1923**

GENERACIÓN	NOMBRE	REVISTA	ARTÍCULO	AÑO
SEGUNDA	ALFONSO NÁPOLES GÁNDARA.	MEMORIAS Y REVISTA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS (ANTIGUA SOCIEDAD CIENTÍFICA ANTONIO ALZATE TOMO 56, NÚMERO 4	EL CARBÓN, CARBURO CARBONCILLO O CARBUNCOSIS DE LOS CEPOLES.	1923
SEGUNDA	MANUEL SANDOVAL VALLARTA.	MEMORIAS Y REVISTA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS ANTONIO ALZATE. TOMO 44, NÚMEROS 9-12.	EL TRATAMIENTO DEL ESTADO TRANSITORIO DE UNA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR EL MÉTODO OPERACIONAL DE HEAVISIDE.	1925
PRIMERA	RICARDO MONGES LÓPEZ.	MEMORIAS Y REVISTA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS ANTONIO ALZATE. TOMO 53, NÚMERO 5.	LA RADIACIÓN CÓSMICA. RESULTADO DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS EN MÉXICO.	1931
SEGUNDA	MANUEL SANDOVAL VALLARTA.	MEMORIAS Y REVISTA DE LA ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS ANTONIO ALZATE. TOMO 53, NÚMEROS 9 Y 10.	INVESTIGACIONES SOBRE LA RADIACIÓN ENTRE LA TEORÍA DE QUANTUM Y LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD.	1932
TERCERA	THOMAS BONNER, FERNANDO ALBA, ALONSO FERNÁNDEZ Y MARCOS MAZARI.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 1.	DISPERSIÓN DE NEUTRONES RÁPIDOS POR PLOMO Y PLATA (Un resumen de este trabajo fue publicado en el <i>Physical Review</i> , 97, 985, 1955).	1955

TERCERA	JUAN MANUEL LOZANO	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 1.	DESCRIPCIÓN DINÁMICA DE LA DISPERSIÓN POR MEDIO DE UNA FUERZA TENSORIAL.	1955
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 2.	DISPERSIÓN DE ONDAS SONORAS POR UNA GOTA DE LÍQUIDO.	1955
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 2.	LA SECCIÓN DE POSGRADUADOS DE FÍSICA DE LA ESCUELA DE VERANO DE LA UNAM.	1955
TERCERA	MANUEL CERILLO V.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 2.	SOBRE LA SÍNTESIS DE SISTEMAS LINEALES PARA LA TRANSMISIÓN SIN RETRASO, RETRASADA Y PREDICCIÓN LINEAL DE SEÑALES 1.	1955
TERCERA	RUTH GALL.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 4.	INFORME SOBRE EL QUINTO CONGRESO INTERNACIONAL DE RADIACIÓN CÓSMICA.	1955
TERCERA	FERNANDO ALBA A., ALONSO FERNÁNDEZ, MARCOS MAZARI, VINICIO SERMENT Y MANUEL VÁZQUEZ B.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 4 NÚMERO 4.	ESTUDIO DE LAS REACCIONES $6C12(d, p)6C13$ Y $8O16(d, p)8O17$.	1955
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 5 NÚMERO 1,2.	MOVIMIENTOS COLECTIVOS Y LAS REACCIONES NUCLEARES.	1956
TERCERA	MANUEL CERILLO V.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 5 NÚMERO 3.	SOBRE LA SÍNTESIS DE SISTEMAS LINEALES PARA LA TRANSMISIÓN SIN RETRASO, RETRASADA Y PREDICCIÓN LINEAL DE SEÑALES II.	1956
TERCERA	FERNANDO ALBA, V. BELTRÁN, T. A. BRODY, H. LEZAMA, A MORENO, M., A. TEJERA, M. VÁZQUEZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 5 NÚMERO 4.	PRIMER INFORME SOBRE ESTUDIOS DE LA LLUVIA RADIATIVA.	1956
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 5 NÚMERO 4.	EL CONGRESO INTERNACIONAL DE FÍSICA TEÓRICA CELEBRADO EN LA UNIVERSIDAD DE WASHINGTON, SEATTLE, E. U. A.	1956
TERCERA	MARCOS MAZARI, FERNANDO ALBA, MANUEL VÁZQUEZ BARRETE, LUIS VELÁZQUEZ, JUAN VELÁZQUEZ E IGNACIO CASTRO	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 6 NÚMERO 1.	COEFICIENTES DE ABSORCIÓN LINEAL DE NEUTRONES RÁPIDOS EN CONCRETO.	1957
TERCERA	MARCOS MAZARI, IGNACIO CASTRO, FERNANDO ALBA Y MARIO VÁZQUEZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 6 NÚMERO 1.	ESPECTÓGRAFO MAGNÉTICO PARA EL ESTUDIO DE REACCIONES NUCLEARES.	1957

TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE, T. A. BRODY, H. LEZAMA, A. TEJERA, M. VÁZQUEZ BARRETE.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 6 NÚMERO 2.	SEGUNDO INFORME SOBRE LA PRECIPITACIÓN RADIOACTIVA (Este trabajo ha sido auspiciado por la Comisión Nacional de la Energía Nuclear).	1957
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 6 NÚMERO 4.	LA CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE ESTRUCTURA NUCLEAR CELEBRADA EN EL INSTITUTO WEIZMANN REHOVOTH, ISRAEL.	1957
TERCERA	T. A. BRODY, FERNANDO ALBA A., RICARDO CAMERAS, ADELAIDA PALACIOS, GEORGE RICKARDS C., ARIEL TEJERA R., ENRIQUETA G. B. DE VELARDE.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 7 NÚMERO 1.	TERCER INFORME SOBRE LOS ESTUDIOS DE LA PRECIPITACIÓN RADIOACTIVA (Este trabajo ha sido realizado por contrato entre la Comisión Nacional de Energía Nuclear y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México).	1958
TERCERA	RUTH GALL.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 7 NÚMERO 1.	INFORME SOBRE EL SEXTO CONGRESO INTERNACIONAL DE RADIACIÓN CÓSMICA.	1958
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 7 NÚMERO 2.	LA INTERACCIÓN SPIN-ORBITA ENTRE NUCLEONES Y EL ACOPLAMIENTO SPIN-ORBITA EN EL MODELO DE CAPAS DEL NÚCLEO.	1958
TERCERA	W.W BUECHNER Y MARCOS MAZARI.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 7 NÚMERO 3 Y 4.	ENERGY LEVELS OF Sc45 Y Ca42 (This work was supported in part by the joint program of the U. S. Office of Naval Research and the U. S. Atomic Energy Commission.) (This work was carried out while on leave from the U.N.A.M.)	1958
TERCERA	MARCOS MAZARI, L. VELÁZQUEZ Y FERNANDO ALBA.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 8 NÚMERO 1.	ANÁLISIS QUÍMICO EMPLEANDO PROTONOS CON ENERGÍAS DE 1.5 Mev.	1959
TERCERA	G. LÓPEZ, FERNANDO ALBA, MARCOS MAZARI Y M. E. ORTIZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 8 NÚMERO 1.	RESONANCIA DEL F18 POR BOMBARDEO DE O16 CON DEUTRONES.	1959
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE, T. A. BRODY , ADELAIDA PALACIOS, GEORGE RICKARDS C, ENRIQUETA G. DE VELARDE Y A. M. MARTÍNEZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 8 NÚMERO 1.	CUARTO INFORME SOBRE ESTUDIOS DE LA PRECIPITACIÓN RADIOACTIVA (Este trabajo ha sido realizado por contrato entre la Comisión Nacional de Energía Nuclear y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México).	
TERCERA	FERNANDO ALBA, T. A. BROODY E I. CASTRO V.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 9 NÚMERO 2.	CONTADOR 4π CON CIRCUITO DE ANTICONCIDENCIA DOBLE.	1959

TERCERA	RUTH GALL Y JAIME LIFSHITZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 9 NÚMERO 1.	UNA NUEVA EVALUACIÓN DE LOS CONOS SENCILLOS DE SOMBRA.	1960
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY Y T. A. BRODY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 9 NÚMERO 4.	SIMETRÍAS Y REGLAS DE SUMA DE LOS PARENTÉSIS DE TRANSFORMACIÓN.	1961
SEGUNDA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 10 NÚMERO 3.	EL GRADIENTE DEL CAMPO GRAVITACIONAL DE BIRKHOFF (ESTE TRABAJO ES EL PRIMER ARTÍCULO DE UNA SERIE DE TRES QUE SE TITULA: "Del potencial de un Punto Maza a las Ecuaciones del Campo en la Teoría de la Gravitación de birkhoff").	1961
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	REVISTA MEXICANA DE FÍSICA VOLUMEN 6 NÚMERO 1.	EL CONGRESO INTERNACIONAL DE FÍSICA TEÓRICA CELEBRADO EN LA UNIVERSIDAD DE WASHINGTON.	1956
SEGUNDA Y TERCERA	NABOR CARRILLO, CARLOS GRAEF, RODOLFO HERNÁNDEZ CORSO Y MANUEL SANDOVAL VALLARTA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 1, NÚM. 1.	CONFERENCIAS EN MEMORIA DE ALBERTO EINSTEIN.	1956
PRIMERA	RICARDO MONGES LÓPEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 1, NÚM. 2.	PROGRAMA DEL COMITÉ NACIONAL PARA EL AÑO GEOFÍSICO INTERNACIONAL.	1956
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 1, NÚM. 3.	MODELOS DE NÚCLEO Y SUS APLICACIONES.	
TERCERA	SALVADOR MOSQUEIRA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 12, NÚM. 3.	SECCIÓN DE CONSULTA.	1956
	T. A. BRODY.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 1, NÚM. 1.	LA NOMENCLATURA FÍSICA EN CASTELLANO.	1957
PRIMERA	RICARDO MONGES LÓPEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 2, NÚM. 2.	IMPORTANCIA CIENTÍFICA DEL AÑO GEOFÍSICO INTERNACIONAL.	1957
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 2, NÚM. 2.	PRECIPITACIÓN RADIATIVA.	1957
SEGUNDA	MANUEL SANDOVAL VALLARTA	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 2.	PERSPECTIVAS DEL USO DE LA ENERGÍA NUCLEAR PARA USOS PACÍFICOS EN MÉXICO.	1959
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 2.	DETECTORES DE PARTÍCULAS.	1959

TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 2.	ESPACIO, TIEMPO Y PARIDAD.	1959
TERCERA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 3.	SATÉLITES ARTIFICIALES.	1959
TERCERA	SALVADOR MOSQUEIRA	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 3.	LAS VOCACIONES PROFESIONALES Y LA FÍSICA.	1959
TERCERA	JULIAN ADEM.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 4, NÚM. 4.	LOS GRANDES DESCUBRIMIENTOS DEL AÑO GEOFÍSICO.	1959
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 5, NÚM. 1,2,3,4.	INVESTIGACIONES SOBRE FÍSICA NUCLERA EXPERIMENTAL EN LA UNAM.	1960
TERCERA	MARCOS MAZARI.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 5, NÚM. 1,2,3,4.	SUGESTIONES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN Y EL EMPLEO DE ACELERADORES ELECTROSTÁTICOS VAN DE GRAF ECONÓMICOS PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA.	1960
YTERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 6, NÚM. 1,2,3,4.	SIMETRÍA EN LA FÍSICA.	1961
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA. VOL. 6, NÚM. 1,2,3,4.	INFORME SOBRE LA SOCIEDAD MEXICANA DE FÍSICA.	1961
SEGUNDA	ALFONSO NÁPOLES GÁNDARA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 1, NÚM. 1.	DISCURSO. (ORIGEN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA).	1943
TERCERA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 1, NÚM. 3.	ÓRBITAS PERIÓDICAS DE LA RADIACIÓN CÓSMICA PRIMARIA.	1944
TERCERA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 1, NÚM. 4 Y 5.	EL MOVIMIENTO DE LOS DOS CUERPOS EN LA TEORÍA DE LA GRAVITACIÓN DE BIRKHOFF.	1944
TERCERA	ALBERTO BARAJAS.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 1, NÚM. 4 Y 5.	LA TEORÍA DE LA GRAVITACIÓN DE BIRKHOFF Y LA TEORÍA DE EINSTEIN PARA CAMPOS DÉBILES.	1944

TERCERA	MANUEL SANDOVAL VALLARTA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 1, NÚM. 4 Y 5.	ASPECTOS FÍSICOS DE LA TEORÍA DE LA GRAVITACIÓN DE BIRKHOFF.	1944
SEGUNDA	MANUEL SANDOVAL VALLARTA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 11, NÚM. 1 Y 2.	NOTA SOBRE LAS RAÍCES DE ALGUNAS ECUACIONES TRASCENDENTES.	1945
TERCERA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 11, NÚM. 3.	LA EXPANSIÓN DEL UNIVERSO EN LA TEORÍA DE BIRKHOFF.	1945
TERCERA	ALBERTO BARAJAS.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 2, NÚM. 3.	SOBRE EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA DE EINSTEIN.	1945
TERCERA	FERNANDO ALBA ANDRADE.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 2, NÚM. 3.	CAMPOS GRAVITACIONALES DE CUERPOS EN ROTACIÓN.	1945
TERCERA	JAIME LIFSHITZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 3 NÚM. 1 Y 2.	UN TEOREMA SOBRE TRANSFORMACIONES DE CURVAS CERRADAS SOBRE SÍ MISMAS.	
TERCERA	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 3 NÚM. 3 Y 4.	FORMULACIÓN DE UNA CONJETURA DE G. D. BIRKHOFF MEDIANTE UNA ECUACIÓN INTEGRAL.	1946
TERCERA	ALBERTO BARAJAS Y ROBERTO VÁZQUEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 3 NÚM. 3 Y 4.	UN TEOREMA RELACIONADO CON UNA CONJETURA DE G. D. BIRKHOFF.	1946
TERCERA	MARCOS MOSHINSKY.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 4 NÚM. 1 A 4.	SOBRE LOS PROBLEMAS DE CONDICIONES A LA FRONTERA. EN UNA DIMENSIÓN DE CARACTERÍSTICAS DISCONTINUAS.	1947
	CARLOS GRAEF FERNÁNDEZ.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 4 NÚM. 1 A 4.	PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN EN LA TEORÍA DE LA GRAVITACIÓN DE BIRKHOFF.	1947

TERCERA	JULIAN ADEM Y MARCOS MOSHINSKY.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 7 NÚM. 3 Y 4.	AUTOADJUNTICIDAD DE CIERTO TIPO DE PROBLEMAS VECTORIALES DE CONDICIONES A LA FRONTERA.	1950
SEGUNDA	ALFONSO NÁPOLES GÁNDARA.	BOLETÍN DE LA SOCIEDAD MATEMÁTICA MEXICANA. VOL. 7 NÚM. 3 Y 4.	DERIVADA, CON RESPECTO A UN PARÁMETRO INTRÍNSECO DEL ÁREA BARRIDA POR UNA CURVA DEFORMABLE QUE SE DESLIZA SOBRE UNA SUPERFICIE.	1950

Elaboración propia con base a los datos tomados de: Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, Revista Mexicana de Física, Boletín de la Sociedad Mexicana de Física y Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana.

CONCLUSIONES.

La hipótesis que ha guiado a esta investigación ha resultado válida, sin duda el interés y el esfuerzo de los científicos a los que hemos ido siguiendo a través de la construcción de una red propició la institucionalización de las ciencias exactas en nuestro país durante la primera mitad del siglo XX; es decir de 1912 a 1961.

Para el caso de las disciplinas exactas en el país, su institucionalización se vio ligada a las labores de estos científicos en donde los miembros de la segunda y la tercera generación tuvieron una amplia participación en este proceso gracias a su interés por participar y organizar eventos en los cuales pudieran mostrar los análisis que estaban realizando sobre las disciplinas a las cuales dedicaron su vida profesional. Estas actividades hicieron posible una cohesión del grupo y por ende la consolidación de la comunidad científica mexicana dedicada a las ciencias exactas.

Se pudo constatar que la tercera generación fue la que tuvo una mayor ampliación en el número de científicos que se fueron integrando a la red con el paso de los años, pero también de las conexiones y vínculos entre los miembros de esta comunidad científica.

También puedo concluir, que la física fue la que tuvo un mayor impacto en la institucionalización de las ciencias exactas de nuestro país de 1912 a 1961 ya que la mayoría de nuestros individuos se avocaron más a los estudios de temas físicos, las matemáticas, sin duda también se vieron beneficiadas ya que han sido la principal herramienta de análisis de los problemas físicos; en este sentido, la matemática aplicada tuvo un importante desarrollo.

El uso de la teoría de las redes, complementada con el de las generaciones y con el acercamiento prosopográfico, nos hizo ver una continuidad en las prácticas sociales de estos científicos, la ubicación de un ego del cual partió la reconstrucción de la red, permitió establecer algunos patrones de comportamiento; es decir, las relaciones establecidas en primer lugar como maestro-alumno, propició que los maestros fueran intensificando la práctica científica entre algunos de sus estudiantes que se interesaron por esta labor, esa situación se repitió constantemente a lo largo de las tres generaciones hasta que la relación que había entre ellos se estableció al nivel de colegas.

Las labores de nuestros científicos no solamente se vieron reflejadas en el ámbito académico y científico, ya que para poder lograr sus objetivos fue necesario ir más allá de las actividades propias de su formación como

científicos. El hecho de vincularse con otras personas ya fueran de la élite gobernante, empresarios y con las propias autoridades universitarias fue necesario para poder garantizar el apoyo a sus proyectos de institucionalización de sus disciplinas, pero también para llevar a la práctica sus conocimientos y aplicarlos a las necesidades del país.

Por su parte, la política de fomento a la científica no se dio de una manera general, es decir, que los sectores que ofrecían mayores “beneficios” al país fueron los que tuvieron un mayor desarrollo, el apoyo dado a la ciencia no fue uniforme. Ello nos lleva a una reflexión más allá acerca del desenvolvimiento científico mexicano, nos permite ver que lamentablemente en nuestro país el avance y progreso científico se ha visto determinado y posiblemente limitado por las políticas públicas propias de cada uno de los gobiernos que se fueron sucediendo a lo largo del periodo analizado el interés inmediato de la época enmarcó el apoyo al desenvolvimiento del conocimiento científico. Los rubros que se vieron como importantes para el crecimiento económico de la nación recibieron más atención,. Tal fue el caso del petróleo, el “proyecto verde” y la energía nuclear.

Nuestra red científica mexicana, dedicada a las ciencias exactas fue una comunidad cerrada a pesar, de la ampliación que ésta tuvo con el paso del tiempo, prácticamente son los mismos hombres los que tienen una destacada participación en el proceso analizado. La conexión con otros científicos, ya fueran nacionales o extranjeros, desde nuestro punto de vista es un elemento de gran importancia ya que nos deja ver el grado de importancia tanto nacional o

internacional de cada uno de nuestros ellos. La construcción de la red nos ha permitido comprender este aspecto sus vidas.

Si bien el análisis y reconstrucción de la red partió del establecimiento de un ego, poco a poco me fui dando cuenta de que dentro de nuestra comunidad científica se fueron creando otros egos, los cuales fueron cohesionando aún nuestra red.

La historia de la ciencia sin duda representa una nueva veta de investigación para los historiadores, acercarnos a ella nos brinda la posibilidad de explorar nuevos caminos de interpretación de nuestro devenir histórico, en este caso nos permitió observar que en nuestro país la ciencia ha sido uno de los principales intereses no sólo de las élites gubernamentales sino lo más importante de los científicos que se fueron formando a lo largo de estos años.

El tema deja otras interrogantes a resolver, ya que si bien hemos dicho que el interés de estos científicos fueron específicamente las ciencias exactas ¿Qué especializaciones fueron dándose en el país?, ¿el interés en nuevos temas mantuvo la cohesión de la red? ¿Se presentaron conflictos al interior de la comunidad? ¿Qué pasa con las mujeres? ¿Ellas también tuvieron un papel igual de relevante que los hombres? Posiblemente algunos de cuestionamientos se podrán resolver en futuras investigaciones.

FUENTES DE ARCHIVO.

Anuario Académico para planteles e institutos en Ciudad Universitaria, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1954, 101 p.

Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, México, CICIC, 1943, 316 p.

Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, México, CICIC, 1944, 405 p.

Anuario de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, México, CICIC, 1944, 329 p.

Archivo Histórico de la Secretaría de Educación Pública (AHSEP), Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, D. F., exp. 2, f. 3.

AHSEP, Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, D. F., exp. 2, f. 12.

AHSEP, Subsecretaría, Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica, 1936-1937, México, exp. 2, ff. 1-2.

AHSEP, Dirección General de la Educación Superior y de la Investigación Científica, H/013, EXP. 1

Archivo General de la Nación (AGN), Presidentes, Caja 0459, f. 433/406.

Archivo Histórico Científico Manuel Sandoval Vallarta (AHCMSV), Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Folletería, Subsección política, Caja 72, exp. 3.

AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Serie Administración, Caja 10, Exp. 9.

AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección distinciones-homenajes-biografías, caja 44, exp. 3.

AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección Personal, Subsección Correspondencia, Serie científica, Caja 20, Exp. 12, Leg. 4.

Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana, Vol. II, Núms. 1 y 2, Enero y Abril, México, Sociedad Mexicana de Matemáticas/CICIC/UNAM, 1945, 32 p.

Gaceta de la Universidad. Información interna de la Universidad nacional Autónoma de México, Vol. XII, Núm. 31, 1965, AHCMSV, Fondo Manuel Sandoval Vallarta, Sección hemerográfica, Subsección Científica, Serie reconocimientos congresos, Caja 1.

Instituto de Investigaciones Sobre la Universidad y la Educación (IISUE), Fondo: Ezequiel A. Chávez, Secc. ENP, Ser. Informes, Caja 23, Exp. 17, p. 2.

Memoria del V Congreso Internacional de Radiación Cósmica, Edición a cargo de Manuel Sandoval Vallarta, México, Instituto Nacional de Investigación Científica, 1958, 565p.

Revista Mexicana de Física, Vol. 4, Núm. 3, México, 1955 y *Revista Mexicana de Física*, Vol. 10, Núm. 1, 2, México, 1961.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

AZUELA, Luz Fernanda y José Luis Talancón, *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México (1945-1995)*, México, Instituto de Investigaciones Sociales/ Instituto de Geografía/ centro de Enseñanza para Extranjeros UNAM/ Plaza y Valdés, 1999, 471 p.

AGUIRRE, José Fernando, *La segunda guerra mundial*, 2 volúmenes prólogo de Arnold Toynbee, 2ª edición, Barcelona, Argos, 1964.

AZIZ Nassif, Alberto, *El Estado Mexicano y la CTM*, México, Secretaría de Educación Pública/ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores En Antropología Social, 1989, (Ediciones de la Casa Chata 32), 345 p.

BARAJAS, Alberto, "La investigación físico-matemática", en: *Cincuenta años de la Revolución en México. La economía, La vida social, la política, la cultura*. Prólogo de Adolfo López Mateos, México, Fondo de Cultura Económica, 1963, 502 p.

BARNES, Barry, (et, al), *La explicación social del conocimiento*, traducción de Adriana Sandoval, compilación e introducción de León Olivé, 2ª edición, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1994 (Colección Filosofía Contemporánea), 372 p.

BAUER, Eddy, *Historia controvertida de la segunda guerra mundial. 1939-1945*, Madrid, Riap, 1967, 4 volúmenes.

BAZANT, Mílada, "Estudiantes mexicanos en el extranjero: el caso de los hermanos Urquidi", en: *Historia Mexicana*, México, Vol. XXXVI, núm. 4, abril-junio, 1987, pp. 739-758.

BERNAL, John, *La ciencia en nuestro tiempo*, México, Universidad Autónoma de México, 1960, pp. 33-34, (Problemas científicos y filosóficos, No. 18)

BOISSEVAIN, Jeremy, *Friends of Friends. Networks, Manipulators and Coalitions*, New York, ST. Martin's Press, 1974.

CAMP, Roderic Ai, *Las élites de poder en México. Perfil de una élite de poder para el siglo XXI*, primera edición en español, México, Siglo XXI, 2006, 360 p.

CASAS Guerrero, Rosalba, "El Estado y la Política de la Ciencia en México. 1935-1970", en: *Cuadernos de Investigación Social*, México, núm. 11, Instituto de Investigaciones Sociales, 1985, pp. 5-67.

CASAS Guerrero, Rosalba, Jorge Dettmer y Laura Célis, "Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura en el norte de México", en: Federico Lazarín Miranda, (ed), *Memorias del Primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la*

Tecnología, Disco compacto, México, Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología, 2007, pp. 979-1004.

CECCON, Eliane, "La revolución verdes tragedia en dos actos", en: *Ciencias*, Vol. 1, Núm, 91, julio-septiembre, México, UNAM, 2008, pp. 21-29.

CUADROS Caldas, Julio, *Catecismo agrario*, Estudio introductorio de Guillermo Palacios, México, Registro Agrario Nacional/ Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/ Sector Agrario/ Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1999, (Colección agraria), 780 p.

CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Redes intelectuales transnacionales. Formas de conocimiento académico y búsqueda de identidades culturales*, Trad. José M. Pomares, Barcelona-México, Ediciones Pomares, 2006, (Colección Educación y Conocimiento), 432 p.

CHARLE, Christophe, "Redes intelectuales de dos destacadas universidades: París y Berlín, 1890-1930", en CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Redes intelectuales transnacionales. Formas de conocimiento académico y búsqueda de identidades culturales*, Trad. José M. Pomares, Barcelona-México, Ediciones Pomares, 2006, (Colección Educación y Conocimiento), pp. 321-358.

DOMÍNGUEZ Martínez, Raúl, *Historia de la Física Nuclear en México: 1933-1963*, México, Centro de estudios sobre la Universidad-Plaza y Valdés, 2000, 270 p.

DOMÍNGUEZ Martínez, Raúl, Gerardo Suárez Reynoso y Judith Zubieta García, *Cincuenta años de ciencia universitaria: una visión retrospectiva*, México, Coordinación de Humanidades/Coordinación de la Investigación Científica UNAM/Miguel Ángel Porrúa, 1998, (Colección Problemas educativos de México),

DOSSE, François, *El arte de la biografía: entre historia y ficción*, México, Universidad Iberoamericana, 2007

EDGERTON, David, *Innovación y tradición: Historia de la tecnología moderna*, Madrid, Crítica, 2007, 346 p.

GALVÁN Lafarga, Luz Elena, *Soledad compartida. Una historia de maestros 1908-1910*, 2da ed, México, Centro de Investigaciones y Estudios superiores en Antropología Social, 2010, 216 p.

GALVÁN Lafarga, Luz Elena, Susana Quintanilla y Clara Inés Ramírez González, (coords), *Historiografía de la educación en México*, México, Consejo Mexicano e la Investigación Educativa, 2003, 146 p.

GONZÁLEZ Gómez, Carmen Imelda y Manuel Basaldúa Hernández, "La formación de redes sociales en el estudio de actores y familias. Perspectiva de un estudio en historia y antropología", en: *Redes. Revista hispana para el estudio de redes sociales*, vol 12, núm 8, junio 2007.

GONZÁLEZ y González, Luis, *La ronda de las generaciones*, México, Clío, 1997, (Serie: Obras completas de Luis González t. 6), 348 p.

GORTARI, Eli De, *La Ciencia en la Historia de México*, México, Grijalbo, 1979, 446 p.

IBARRA, Andoni, Julieta Barrenchea y Javier Castro Spila “Una propuesta para la evaluación integral de la actividad científica: la conectividad en las redes cooperativas de conocimiento” en: Federico Lazarín Miranda, (ed), *Memorias del Primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, Disco compacto, México, Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología, 2007, pp. 23-46.

Instituto Politécnico Nacional, *La educación técnica en México desde la independencia. De la educación técnica popular a la diversificación e integración al sistema productivo, 1910-1970*, Tomo II, México, Instituto Politécnico Nacional/Presidencia del Decanato, 2011, 422 p.

JAIMES, Hildebrando, *Manuel Sandoval Vallarta en el Colegio Nacional*, Avance de investigación inédito presentado en el Seminario de Historia Mundial “Aprendiendo Historia de las Ciencias” de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2008.

KARADY, Víctor, “Movilidad estudiantil y universidades occidentales: pautas de intercambio desigual en el mercado académico europeo, 1880-1939”, en: CHARLE, Christophe, Jürgen Schriewer, Peter Wagner (comps), *Formas de conocimiento académico y búsqueda de identidades culturales*, Trad. José M. Pomares, Barcelona-México, Ediciones Pomares, 2006, (Colección Educación y Conocimiento), pp. 285-320.

KENNEDY, Paul, *Auge y caída de las grandes potencias*, Trad. de J. Ferrer Aleu, México, Debolsillo, 2007, 1021 p.

KUHN, Thomas S., *La tensión esencial: estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1982, 380 p.

KUHN, Thomas Samuel, *¿Qué son las revoluciones científicas y otros ensayos?*, traducción de José Romo Feito, Introducción de Antonio Beltrán, España, Paidós, 1989, 159 p.

KUHN, Thomas Samuel, *La estructura de las revoluciones científicas*, nueva traducción e introducción de Carlos Solís, 3ª edición, México, Fondo de Cultura Económica, 2006, (Breviarios del Fondo de Cultura Económica 213), 360 p.

LAITREILLE, André, *La segunda guerra mundial*, Madrid, Guadarrama, 1968, 2 volúmenes.

LAZARÍN Miranda, Federico, *La política para el desarrollo. Las Escuelas Técnicas, Industriales y Comerciales en la Ciudad de México.1920-1932*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, 1996, 127 p.

LAZARÍN Miranda, Federico, (ed), *Memorias del Primer Coloquio Latinoamericano de Historia y Estudios Sociales sobre la Ciencia y la Tecnología*, Disco compacto, México, Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología, 2007.

LAZARÍN Miranda, Federico, "La formación de un científico. Educación formal de Manuel Sandoval Vallarta, 1899-1929", avance de investigación presentado en el Seminario de Historia Mundial: "Aprendiendo Historia de las Ciencias" de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, presentado el 27 de enero de 2011.

LAKATOS, Imre, *La metodología de los programas de investigación científica*, editado por John Worrall y Gregory Currie, versión española de Juan Carlos Zapatero, revisión de Pilar Castrillo, Madrid, Alianza editorial, 1989, 315 p.

LATOURET, Bruno, *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Traducción de Eduardo Aibar, Roberto Méndez y Estela Ponisio, Barcelona, Editorial Labor, 1992, 278 p.

LEVI, GIOVANNI, "El quehacer del historiador hoy día: retrasos y propuestas de la historiografía", Conferencia Magistral, presentada en el marco de la *International Standing Conference for the History of Education*, celebrado en San Luis Potosí, México, el día 28 de Julio de 2011.

Manuel Sandoval Vallarta. Obra científica, Recopilación, preámbulo e introducción de Alfonso Mondragón y Dorotea Barnés, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Energía Nuclear, 1978, 585 p.

MAYER Celis, Leticia, *Entre el infierno de una realidad y el cielo de un imaginario. Estadística y comunidad científica en el México de la primera mitad del siglo XIX*, México, El Colegio de México/Centro de Estudios Históricos, 1999, 188 p, ils.

MENCHACA, Arturo (coord.), *Las ciencias exactas en México*, México, CONACULTA-FCE, 2000, 261 p.

MERTON, Robert, king, *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 1977, 2 volúmenes.

MIKULINSKY, S. R., "La controversia internalismo-externalismo como falso problema", en: Juan José Saldaña, *Introducción a la teoría de la historia de las Ciencias*, México, UNAM, 1989, pp. 231-256.

MONGES López, Ricardo, "La radiación cósmica. resultado de las investigaciones realizadas en México", *Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias "Antonio Alzate"*, tomo 53, número 5, México, 1931, pp. 135-144.

MOUTOKIAS, Zacarías, "Narración y análisis en la observación de vínculos y dinámicas sociales en el concepto de red personal en la historia social y económica" Texto proporcionado por la Dra. Norma Angélica Castillo Palma.

MORENO Corral, Marco Arturo, *Las ciencias exactas en México. Época colonial*, México, Universidad Autónoma de la Ciudad de México, 2007, 196 p.

- NISBET, Robert, *Historia de la idea del progreso*, Barcelona, Gedisa, 1981, 494 p.
- OLIVÉ, León, *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Seminario de Problemas Científicos y Filosóficos/ Paidós, 2000, 212 p.
- ORTEGA y Gasset, José, *En torno a Galileo-El hombre y la gente*, Prólogo de Ramón Xirau, 3ª edición, México, Editorial Porrúa, 2001, 293 p.
- ORTIZ Morales, Andrés, *De la ciencia aplicada a la investigación científico-tecnológica: La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN; (1935-1961)*, Tesis de Doctorado en Historia y Etnohistoria, México, Escuela Nacional de Antropología e Historia, 2011, p. 19. 242 p.
- PÉREZ Ransanz, Ana Rosa, *Kuhn y el cambio científico*, México, Fondo de Cultura Económica, 199, 274 p.
- PÉREZ Tamayo, Ruy, *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*, México, Fondo de Cultura Económica, 2005, 319 p.
- POPPER, Karl Raimund, *La lógica de la investigación científica*, traducción de Víctor Sánchez de Zavala, 4ª reimpresión, Madrid, Editorial Tecnos, 1977, 451 p.
- PRUNEDA, Alfonso, "La función social de la ciencia por el Dr. Alfonso Pruneda", en: *Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias "Antonio Alzate (1884-1930) bajo la dirección de Rafael Aguilar y Santillán"*, Tomo 54, Núm. 1,2,3, México, 1934, pp. 49-61.
- RAMÍREZ Palacios, Lourdes Rocío, "La física en México. La red de científicos alrededor de Manuel Sandoval Vallarta", Avance de investigación inédito presentado en el Seminario de Historia Mundial "Aprendiendo Historia de las Ciencias" de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2008.
- RAMOS Lara, María de la Paz "La Física y la UNAM a mediados del siglo XX", en María de la Paz Ramos Lara, (coord.), *Experiencia mexicana en aceleradores de partículas: investigación y beneficios en la sociedad mexicana*, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades/Siglo XXI, 2004, (Ciencia y tecnología en la historia de México), pp. 19-36.
- RAMOS Lara, María de la Paz (coord.), *La relatividad en México*, México, UNAM, 2008, 170 p.
- RIVAUD, Juan José, "Las matemáticas. Antecedentes, en: Arturo Menchaca
- RUIZ, Rosaura, Arturo Argueta y Graciela Zamudio (Coords), *Otras armas para la independencia y la Revolución. Ciencia y Humanidades en México*, México, Fondo de Cultura Económica, 2010, 311 p.

SALDAÑA, Juan José, *Introducción a la teoría de la historia de las Ciencias*, México, UNAM, 1989.

SÁNCHEZ Santiró, Ernest, "Las redes sociales de la élite económica y política de México: el caso del Distrito de Cuernavaca (1824-1846)", presentado en el Seminario *Metodologías y aplicaciones de las redes sociales en el campo de la historia*, celebrado en la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Iztapalapa, el día 29 de mayo del 2012.

SANDOVAL Vallarta, Manuel, "El desarrollo contemporáneo de las ciencias Matemáticas y Físicas en México. (Discurso pronunciado en la Asamblea de la Unesco el 14 de noviembre de 1947", en: *Manuel Sandoval Vallarta. Obra científica*, Recopilación, preámbulo e introducción de Alfonso Mondragón y Dorotea Barnés, México, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto Nacional de Energía Nuclear, 1978,

STONE, Lawrence, *El pasado y el presente*, México, Fondo de Cultura Económica, 1986, 289 p.

TIPLER, Paul Allen, *Física Moderna*, Versión española Dr. José Aguilar Peris, España, Editorial Reverté, 1980, 553 p.

TORRES Alejo, Andrea, *El desarrollo de la educación científica en México en los niveles Medio Superior y Superior: 1867-1940*, Tesis de Licenciatura en Historia, México, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, 2010, 193 p.

TRABULSE, Elías "En búsqueda de una ciencia mexicana", en: Juan José Saldaña, *Introducción a la teoría de la historia de las Ciencias*, México, UNAM, 1989, pp. 309-366.

TRABULSE, Elías, *El círculo rojo. Estudios históricos sobre la ciencia en México*, segunda edición, México, Fondo de Cultura Económica, 1996, 247 p.

WEINBERG, Gregorio, *La ciencia y la idea del progreso en América latina, 1860-1930*, 2da edición revisada, corregida y actualizada, Argentina, Fondo de Cultura Económica, 2005, (Sección de obras de historia), 129 p.

WERNER TOBLER, Hans, "La Burguesía Revolucionaria en México: su origen y su papel, 1915-1935", en: *Historia Mexicana*, Vol. XXXIV, octubre-diciembre, 1984, pp. 213-237.

WILKIE, James *La Revolución Mexicana, Gasto federal y cambio social*, Traducción de Jorge E. Monzón, Primera edición en español, de la segunda en inglés, México, Fondo de Cultura Económica, 1978, (Sección Obras de Economía), 366 p.

FUENTES ELECTRÓNICAS.

ARÁMBURO De la Hoz, Carlos,, "Científicos para un país y un siglo", en: <http://www.revistadelauniversidad.unam.mx/7910/aramburo/79aramburo.html> 25-ENE-12.

BAPTISTA, David y Juan José Saldaña “La ciencia y la técnica como factores de gobernabilidad en los años veinte, el caso del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos” en: <http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Resultados/proyectos/Publicaciones2.htm> 20-jun-11

BARONA Villar, Josep Lluís, *Ciencia e historia: debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*, en: <http://books.google.com.mx/books> 20-nov-10

DHANOOS Sutthiphisal con su artículo titulado “Learning by producing and the geographic links between invention and production: experience from the second industrial revolution” disponible en: <http://www.nber.org/papers/w12469>, 11-abr-11.

HERNÁNDEZ Ramírez, Ricardo M., “La Política de la Ciencia y la Tecnología en México. La educación científico-técnica y la formación de recursos humanos”, en: *Aportes: Revista de la facultad de Economía BUAP*, año VII, núm. 20, artículo disponible en: <http://www.aportes.buap.mx/20ap5.pdf>, 26-jun-11.

IMÍZCOZ Beunza, José María y Lara Arroyo Ruiz, “Redes sociales y correspondencia epistolar. Del análisis cualitativo de las relaciones personales a la reconstrucción de redes egocentradas”, en: *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales* Vol. 21, #4, Diciembre 2011 <http://revista-redes.rediris.es>

LAZARÍN Miranda Federico en: *Diccionario de la Historia de la Educación en México*, disponible en: http://biblioweb.tic.unam.mx/diccionario/htm/articulos/terminos/index_ter.htm. 15-jun-11.

LAZARÍN Miranda Federico, “José Vasconcelos. Apóstol de la educación”, artículo disponible en: http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/25_iv_nov_2009/casa_del_tiempo_eIV_num25_11_14.pdf 24-jun-11.

LAZARÍN Miranda, Federico, “Educación y economía en el tiempo” en: Luz Elena Galván Lafarga (coord.) *Diccionario de la Historia de la Educación en México*, disponible en: <http://biblioweb.tic.unam.mx/diccionario/index.htm>. 2-jun-11.

Reglamento de la ley que declara reservas mineras nacionales los yacimientos der Uranio, Torio y las demás sustancias de las cuáles se obtengan isótopos hendibles que puedan proucir energía nuclear, versión electrónica disponible en: www.sgm.gob.mx/acerca/pdf/REGLAMENTO_LEY_uranio.pdf. 25-ene-12.

LOZANO, Juan Manuel, “Génesis de la facultad de Ciencias” en: www.fciencias.unam.mx/nosotros/historia/Index. 26-Ene-12.

MOLINA, José Luis y Claudia Aguilar, “Redes sociales y antropología: un estudio de caso (discursos étnicos y redes personales entre jóvenes de Sarajevo)”. Artículo

disponible en:
http://webs2002.uab.es/antropologia/jlm/public_archivos/Redyant.pdf, 14-mar-11.

NIETO Olarte, Mauricio, "Poder y conocimiento científico. Nuevas tendencias en historiografía de la ciencia", en:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2186922> 21-nov-2010.

NIETO Olarte, Mauricio, "Los estudios de la ciencia y la tecnología y la 'guerra de las ciencias', en:
<http://historiadelaciencia-mnieto.uniandes.edu.co/pdf/GUERRADELASCiencias.pdf> 4-dic-2010.

RAMOS Lara, María de la Paz, *Historia de la profesionalización de la Física en México*, Tesis Posdoctoral, disponible en:
<http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Tesis/Ramos-Lara-Posdoctorado.pdf>.
16-jul-11.

RAMOS Lara, María de la Paz, "De la física de carácter ingenieril a la creación de la primera profesión de física en México", en: http://rmf.fciencias.unam.mx/pdf/rmf-e/51/2/51_2_0137.pdf. 16-JUL-11.

REYNOSO, Calos, "redes sociales y complejidad: modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura", versión electrónica disponible en: carlosreynoso.com.ar/archivos/varios/Redes-y-complejidad2.pdf. 30-oct-12

RIQUELME Alcántar, Gabriela M. Luisa, "El Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica: expresión de la política educativa cardenista", *Perfiles educativos*, México, v. 31, n. 124, 2009. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982009000200004&lng=es&nrm=iso>. 11 -jul. 2011.

RODRÍGUEZ Rodríguez, Rodolfo J, "Historia de la ciencia", en:
http://ccognoscitiva.iespana.es/rrr_historiac.pdf, 1-nov-2010.

SALDAÑA, Juan José y Edgar Castañeda Crisolis, "Estado mexicano: ciencia y gobernabilidad. El caso del petróleo", artículo disponible en:
http://www.historiacienciaytecnologia.org.mx/Publicaciones/EdgarCastanedaXICO_MHCT.pdf 30-JUN-11.

www.vienayo.com/wp-content/uploads/2001/10/manifiesto.pdf. 25-ene-12.

www.matmor.unam.mx/muciray/smm/60/alfonso3.html. 25-ene-12.

www.ejournal.unam.mx/CNS/no03/CNSE0306.pdf. 25-ene-12.

<http://www.fciencias.unam.mx/historia.html> 25-ene-12.

www.ifm.umich.mx/Eventos/platicas_2009/Pionero_Mich.pdf. 10-nov-12.