

003657i. 6



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ANTECEDENTES DE  
LA INVESTIGACION Y DE LOS ALTOS ESTUDIOS  
DE FISICA Y MATEMATICAS  
EN MEXICO  
(Fines del siglo XIX principios del siglo XX)**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
**MAESTRIA EN CIENCIAS MATEMATICAS**  
**P R E S E N T A**  
**MARIA ESTELA NAVARRO ROBLES**  
DIRECTOR DE TESIS: DR. JUAN MANUEL LOZANO MEJIA

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b> <b>Marco Económico, Político y Social.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 2</b> <b>Antecedentes de la Profesionalización de la Física y las Matemáticas en México.....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo 3</b> <b>1933, El Año Científico.....</b>	<b>53</b>
<b>Capítulo 4</b> <b>Don Sotero Prieto: El Maestro y el Investigador.....</b>	<b>101</b>
<b>Capítulo 5</b> <b>Profesionalización de la Física y las Matemáticas en México.....</b>	<b>128</b>
<b>Capítulo 6</b> <b>Evolución de Algunos Conceptos de Física y Matemática en México, entre fines del Siglo XIX y principios del Siglo XX.....</b>	<b>199</b>
<b>Apéndice A</b> <b>Ley Constitutiva de la ENAE.....</b>	<b>227</b>
<b>Apéndice B</b> <b>El ABC de la Tecnocracia.....</b>	<b>230</b>
<b>Apéndice C</b> <b>Dictamen.....</b>	<b>233</b>

# INTRODUCCIÓN

La presente tesis es un trabajo de historia de la ciencia poco convencional, nació del interés de saber lo que se estudiaba e investigaba en física y matemáticas en México entre fines del siglo pasado y principios de éste, y empezó pretendiendo ser una investigación en torno a D. Sotero Prieto, que tanto el Dr. Lozano (mi asesor), como yo consideramos fue el personaje clave a principios de este siglo en México, para que se desarrollaran estas disciplinas en nuestro país.

Esta tesis consta de seis capítulos, cada uno de los cuales podría ser una tesis por sí mismo.

En el primer capítulo se trata el contexto histórico que favoreció el que se pudieran desarrollar la física y las matemáticas en México, entre fines del siglo pasado y principios de éste. En este capítulo se hace un análisis de los factores económicos, políticos, sociales y culturales que envolvieron a México desde Juárez hasta Porfirio Díaz, dichos factores fueron determinantes para lo que ocurrió en las nascentes comunidades científicas mexicanas.

Así como el conocimiento de los factores antes mencionados esclarece el entendimiento de este estudio, su desconocimiento puede hacer que se realice un juicio a la ligera y se considere a la ciencia como un fenómeno aislado en la vida de una nación.

En el segundo capítulo se trata la historia de dos instituciones precursoras de la enseñanza de la ciencia en México, éstas son la Escuela Nacional Preparatoria y la Escuela Nacional de Altos Estudios. La primera fundada en 1868 a la sombra del gobierno juarista y la segunda que nació unos días antes de que fuera fundada la Universidad Nacional en 1910. En estas escuelas y la Escuela Nacional de Ingenieros a nivel medio y superior se dieron los primeros cursos en México de física y matemáticas con el enfoque que tienen estas ciencias en la actualidad. Esas escuelas fueron la cuna de los primeros físicos y matemáticos mexicanos, fueron además los primeros lugares en los que se discutieron las "nuevas teorías científicas" en las disciplinas aquí estudiadas.

Como un paréntesis, quiero comentar que para la realización de este capítulo revisé todo del Archivo de la Escuela Nacional de Altos Estudios que se encuentra en el Centro de Estudios sobre la Universidad, para quien no haya hecho nunca una tarea como esta, quiero explicar que este es un trabajo titánico, ya que este archivo consta de alrededor de 150 cajas y leí documento por documento de los ahí contenidos, de donde obtuve la selección que me permitió obtener la información que aparece el capítulo 2 de esta tesis.

El tercer capítulo es el análisis de algunos artículos que se publicaron en el periódico El Nacional en el año de 1933, el cual fue declarado el Año científico, por varias razones que serán explicadas ahí mismo. La importancia de estas publicaciones radica en el hecho de que el Ing. Ricardo Monges López, primer Director de la Facultad de Ciencias, en algunos documentos aseguró que ciertas publicaciones del periódico permitieron que el Rector de la Universidad entonces el Lic. Manuel Gómez Morín reconociera la importancia de que en México se hiciera ciencia, y fue entonces cuando se comenzaron los preparativos para que

se fundara la Facultad de Ciencias y junto con ella los Institutos de Investigación en Física y Matemáticas.

Además de lo antes mencionado, los artículos son muy interesantes por sí mismos y permiten ver cuál era la concepción filosófica que tenían de la ciencia en aquella época, cómo la contextualizaban socialmente y finalmente, qué es lo que sabían de ciencia, aquellas personas cultas que sentían cierta inclinación por la física y las matemáticas en México. Todo el trabajo realizado para este capítulo proviene de una cuidadosa revisión que hice en la Hemeroteca Nacional de las publicaciones de El Nacional entre los años 1933 y 1934.

El cuarto capítulo está dedicado a D. Sotero Prieto, en donde hice una pequeña nota biográfica y un somero análisis de sus aportaciones científicas, de algunas de sus publicaciones.

La nota biográfica proviene de algunas entrevistas que realicé al Dr. Alberto Barajas, al Dr. Alfonso Nápoles y al Dr. Carlos Prieto, además de haber analizado la escasa documentación que al respecto se ha escrito, las publicaciones de D. Sotero aquí analizadas proceden de dos fuentes principales: las Memorias de la Sociedad Alzate, que se encuentran en el Archivo General de la Nación y una publicación periódica que se llama el Maestro, que se publicaba en los veintes y que volvió a publicar el Fondo de Cultura Económica hace poco.

El quinto capítulo es la Profesionalización de la Física y las Matemáticas en México, que es justo la historia de la fundación de la Facultad de Ciencias de la UNAM y del Instituto de Investigaciones de Ciencias Físicas y Matemáticas que después se convirtió en el Instituto de Física y que llevó después a la fundación del Instituto de Matemáticas. La investigación de este capítulo proviene de la revisión del Archivo de Rectoría del Centro de Estudios Sobre la Universidad, algunos documentos que me proporcionó el Dr. Lozano y se completó con las entrevistas que realicé al Dr. Barajas y al Dr. Nápoles.

El sexto y último capítulo consta de un análisis comparativo de la evolución de algunos conceptos físicos y matemáticos en el periodo estudiado, que lo hice tomando una selección de libros de la Biblioteca privada de D. Sotero Prieto, los libros que seleccioné tienen como característica común el haber sido escritos por autores mexicanos, interesados en la divulgación de la física y las matemáticas y aunque el nivel académico con que fueron escritos los libros fue muy distinto, en algunos casos se puede apreciar la gran diferencia conceptual entre los primeros y los últimos, los libros seleccionados se publicaron entre 1870 y 1923.

Estos libros son Introducción al Estudio de la Física de Ladislao de la Pascua, Aritmética de Vectores y cuaternios de Pedro Garza, Mecánica usando el método de los vectores del mismo autor, Lecciones de Termodinámica de Pedro C. Sánchez, Mecánica de Valentín Gama, Explicación Elemental de las Teorías de Einstein sobre la Relatividad y la Gravitación de Juan Mateos.

Este capítulo constituye la primera aproximación que se realiza en el área de Historia de la ciencia en México de analizar la evolución de los conceptos en la época de la que trata esta tesis en las áreas de física y matemáticas, definitivamente creo que queda muchísima investigación por realizar en esta dirección.

Cuando comencé la tesis no tenía idea de lo pretenciosa que era la investigación que estaba comenzando, ahora como lo mencioné anteriormente sé que cada uno de los capítulos que escribí podría ser una tesis por sí mismo y que la investigación es casi toda original.

Yo, a pesar, de haber realizado una tesis de licenciatura en Historia de las Matemáticas, no había tenido la posibilidad de empapar me en todo el proceso que conlleva una investigación como la que realicé para hacer el presente trabajo. Fue una tarea muy enriquecedora, pero también muy vasta: incursioné en muchos métodos distintos de investigación que fueron desde entrevistas personales, investigación en archivos del Centro de Estudios Sobre la Universidad, investigación hemerográfica, investigación bibliográfica.

Disfruté mucho reconstruir la historia de la física y las matemáticas en este periodo, intenté hacerlo lo más objetivamente que pude, pero cualquiera que haya hecho historia sabrá que no puedo decir que lo que esta tesis dice es la última palabra de lo que ocurrió, hubo momentos en que me encontré en la encrucijada de tener versiones contradictorias de los acontecimientos que me llevaron a realizar profundos análisis para elegir alguna versión o ninguna, hubo momentos en que me sentí casi ahogada en el mar que representaba mi ambiciosa tarea, que a veces sentí casi infinita; pero me siento muy orgullosa de que por fin vea la luz este trabajo.

Estoy convencida que para hacer una tesis de esta materia es indispensable ser matemático o físico, porque de otra manera cómo podría saberse si tal o cual materia era importante en un plan de estudios, cómo se podría determinar la evolución de un concepto a lo largo del tiempo o qué importancia tenía a mediados de siglo que se hiciera investigación en física y matemáticas en México..

Sé que no existe ninguna investigación del periodo comprendido por esta tesis en las áreas de física y matemáticas que haya integrando tantas y tan distintas facetas de la historia de la ciencia en México.

Cada uno de los capítulos de esta tesis podrían leerse por separado, pero sugiero al lector que haga el esfuerzo de ver cada capítulo como parte de un todo, ya que es ése el sentido con el que fue escrita la presente tesis.

No me queda más que desear al lector que disfrute tanto el leerla como yo disfrute el investigar y escribir.

# CAPÍTULO 1

## MARCO ECONÓMICO, POLÍTICO Y SOCIAL

Al estudiar la ciencia a través de la historia es fundamental considerar los aspectos sociales, políticos y económicos que enmarcan el desarrollo de esta disciplina, pues la ciencia no se desarrolla aisladamente, sino que es una manifestación cultural producto de todo lo que le acontece al ser humano.

Este capítulo, sin ser un tratado de historia, tiene la finalidad de dar al lector una visión general de lo que sucedió en México, a finales del siglo pasado y principios de éste, para que se gestara un movimiento intelectual en pro de la ciencia que culminó con hacer de ésta una profesión.

Para poder entrar en contexto es necesario remontarse al México decimonónico y desde aquella época explorar los factores que hicieron que la ciencia floreciera y, en particular, que las matemáticas y la física tuvieran gran acogida en el seno de la comunidad intelectual.

En la primera mitad del siglo XIX, después de la Independencia, una vez que México había conseguido la autonomía política, se formaron dos grupos cuyo interés principal era controlar a la nueva nación. Los dos sectores, antagónicos entre sí fueron: liberales y conservadores. Los primeros conservaban la ideología independentista y buscaban que hubiera una renovación política, económica y social que borrara las huellas que en estos aspectos se habían heredado de la Colonia; mientras que los segundos se aferraban a mantener los privilegios que habían tenido en la época colonial.

Cada grupo formó un partido político y contaba con el apoyo de diversos sectores de la sociedad; los liberales tenían entre sus filas a jóvenes ilustrados, entre sus simpatizantes se hallaban pequeños comerciantes y productores. El grupo conservador estaba constituido por algunos personajes que tenían poder económico, político o religioso y pretendían conservarlo. Sus simpatizantes eran el clero (salvo algunas excepciones), la alta jerarquía de la milicia, la aristocracia y los latifundistas.

La pugna por el dominio del país desencadenó una guerra civil, la de Reforma, en la que los dos partidos se alternaban el poder e incluso, llegaron a existir dos gobiernos simultáneos, ya que los conservadores ignoraban al gobierno liberal e instauraban el suyo propio. Bajo estas circunstancias el gobierno oficial no podía mantenerse en la capital, por ejemplo al final de esta guerra, Juárez, quien era el presidente constitucional, constantemente cambió la sede de su gobierno a distintas ciudades del país.

Esto explica por qué el final de la guerra de Reforma, el triunfo de la República, históricamente se representa por la entrada triunfal de Juárez a la Ciudad de México el 15 de julio de 1867. Pero no hay que olvidar que antes de que entrara este ilustre liberal, el joven general Porfirio Díaz, destacado militar de corta y brillante carrera había ya arribado heroicamente a esta capital el 21 de junio del mismo año.

Una vez que el gobierno liberal se reinstaló en la capital, el partido conservador había perdido su fuerza, estaba derrotado. A pesar de esto, Juárez creó las condiciones para que el país estuviera en paz, al menos por un breve periodo. La primera medida que tomó en este sentido, fue desmembrar al ejército reduciendo el número de efectivos a 30,000, dejando solamente cinco divisiones al mando de los más destacados generales. Esta estrategia por un lado impedía que hubiera levantamientos armados oficiales, pero por otro generaba un gran descontento entre los antiguos jefes militares, entre los que se encontraba Porfirio Díaz.

La segunda medida juarista fue realizar algunas reformas constitucionales que eran de la competencia de los senadores, lo que creó una escisión en el partido liberal. Es importante aclarar que el periodo constitucional de Juárez había terminado en 1865, pero por la guerra había sido imposible convocar a elecciones, así que en 1867 Juárez las convocó. Para ese momento sólo podía ganar el partido liberal, pero no necesariamente Juárez, pues además de los que lo apoyaban (los juaristas), se había formado otros dos grupos liberales los lerdistas y los porfiristas.

Finalmente fue Juárez quien resultó reelecto y entonces comenzó la tarea de reconstrucción de la República, en esta etapa se empezó a desarrollar el comercio y la industria y se construyeron las primeras vías ferroviarias.

Un hecho de suma importancia en este periodo fue que el gobierno liberal consideró prioritario llevar a cabo una reforma educativa. Ésta tuvo un fin muy preciso dentro de su política. Hasta ese momento la educación se había encontrado en manos del clero, lo cual había permitido al partido conservador tener el control sobre la población con acceso a la educación. Para los liberales hacerse cargo de la educación representaba la posibilidad de tener en sus manos la ideología de los jóvenes y niños, y así poder formar una nueva clase dirigente.

Por otro lado, el partido liberal había sustentado su pensamiento en una corriente filosófica: el positivismo. La influencia positivista se debió al contacto directo que tuvieron algunos jóvenes intelectuales mexicanos con filósofos positivistas, ya que a mediados del siglo pasado algunos estudiantes que tenían intereses culturales y que poseían recursos económicos iban a estudiar al extranjero, principalmente a Francia. Fue el caso de Gabino Barreda<sup>1</sup>, quien había comenzado estudios de derecho en la capital del país, los cuales abandonó para ir al viejo continente a estudiar medicina. Allá tuvo la oportunidad de llevar un curso con Auguste Comte ("filosofía sobre la historia general de la humanidad" en 1851), lo cual fue decisivo en su vida y lo marcó como un fiel comteano. El Positivismo ganó muchos adeptos y para el gobierno juarista se convirtió en proyecto de Estado, teniendo como uno de sus foros el recién creado Ministerio de Justicia e Instrucción Pública.

Fue así como la reforma educativa tuvo al positivismo como su principal fuente de inspiración. El Positivismo reforzó la posibilidad de la enseñanza de las ciencias naturales y exactas de manera masiva por primera vez como proyecto de estado nacional y estableció que intentaría combatir el misticismo metafísico y la enseñanza conservadora.

Además de las razones políticas que contribuyeron a la realización de la reforma educativa, también los liberales tuvieron razones ideológicas, ya que pretendían elevar el nivel cultural y científico de la población bajo la influencia de la ilustración y el progreso burgués de la revolución industrial.

La reforma educativa se materializó en la promulgación de la Ley Orgánica de Instrucción Pública del Distrito Federal. En 1867 para la formulación de ésta se formó una comisión que fue encabezada por el Ingeniero Francisco Díaz Covarrubias y entre sus integrantes contó con José Díaz Covarrubias (hermano de Francisco) y con Gabino Barreda, a quien invitó personalmente Juárez. La Ley de Instrucción Pública pretendía: "Establecer como base de la enseñanza, en todos los niveles, el método científico e intentar formular un plan integral de la educación; haciendo a un lado dogmatismo y fanatismo, fue una aportación, definitiva y permanente a la evolución cultural de México."<sup>2</sup>

Una consecuencia del nuevo movimiento educativo fue la fundación de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Al crearse ésta Barreda fue nombrado su director, cargo que ocupó durante más de una década. La imagen de Barreda tuvo gran fuerza en esa época; las siguientes palabras, pronunciadas por Porfirio Parra (director de la ENP en el año de 1881) en el discurso de homenaje póstumo a Barreda en la ENP, permiten apreciar con gran claridad como era visto este ilustre personaje en la comunidad intelectual de México.

"Fue Barreda el sacerdote de esa religión que parecía alumbrar al universo: la religión de la libertad. Creyó en la ciencia; amó la ciencia; pero vivió en un mundo extraño al del cielo que cubría su país. Hizo una escuela que fue la base sobre la que se erigió el régimen porfirista; escuela de la que hubo de salir ese grupo dominante descreído e impío, antiespañol y afrancesado, que sólo quiso saber de la dirección de las cosas, olvidando el valor del alma humana....La ciencia fue el palenque en que este Hércules intelectual desplegó su brío.... Su profundísimo trabajo sobre el cálculo leibniziano, prueba de lo que este hombre eminente valía en matemáticas...No puede olvidar el público mexicano aquellas luminosas lecciones orales de zoología que allá por el año 73 daba en esta Escuela (preparatoria) el dignísimo maestro... Fue radiante figura de nuestra medicina nacional, la que ejerció con acierto y enseñó con cariño...Barreda, profesando, era uno de los grandes prodigios del genio humano; era tan admirable en este género...como Demóstenes...como Miguel Angel...como Newton...como Talma declamando...como Bonaparte combatiendo ...como Pitt gobernando...la Preparatoria es la obra más acabada de Barreda....la ley de instrucción pública, vigente catorce años ha, fue la obra de ese pensador eminentísimo."<sup>3</sup>

Esta manera de ver a Barreda, como científico y gran pensador, no fue la misma a lo largo de su vida. En sus primeros años de director de la ENP tuvo que enfrentar diversas dificultades, tanto dentro como fuera del plantel. No todos los profesores de la ENP eran positivistas y la opinión pública consideraba a esta nueva corriente como un peligro para la educación, sobre todo porque tenía un fundamento científico y no religioso. Los padres de los futuros educandos fueron el sector de la población con más dificultades para aceptar a la ENP; los estudios de la preparatoria se realizaban después de la primaria, por lo que los alumnos

ingresaban con 12 años de edad en promedio. La ENP desde un punto de vista institucional se analizará detenidamente en el próximo capítulo.

El movimiento educativo no fue exclusivo de la capital. Paralelamente a la fundación de la ENP, en diversos estados de la República se establecieron liceos e institutos científicos. Uno de los ejemplos de vanguardia fue el Ateneo Fuente de Coahuila, un establecimiento (como era llamado en aquel entonces) para la instrucción secundaria que podría considerarse la primera escuela preparatoria concebida en un marco positivista.

La suerte del positivismo en México cambió al terminar el periodo presidencial de Juárez, cuando Lerdo de Tejada asumió la presidencia de la República. El nuevo gobernante no consideró necesario el positivismo barreadiano que sustentó el régimen anterior y, simplemente, lo desechó. Cuando Lerdo estaba por concluir su periodo gubernamental quiso reelegirse; fue en ese momento cuando Porfirio Díaz incursionó en la política, acusando públicamente a Lerdo de criminal.

El pueblo se encontraba cansado de la inestabilidad y de los constantes levantamientos a lo largo de todo el territorio. No tenía una preferencia política y su apatía se hacía patente en el abstencionismo, lo único que deseaba era la paz. Esto se convirtió en una gran necesidad y fue la razón por la cual Díaz se convirtió en héroe de la paz para el pueblo, que lo vio entrar antes que Juárez a la capital.

Paradójicamente, en 1876 Díaz dirigió un golpe de Estado que lo llevó a la Presidencia. Durante el desempeño de su cargo se disfrazó de liberal. Pero realmente no encajaba en ninguno de los dos partidos políticos existentes; en este terreno fue muy clara su inconsistencia.

El siguiente Presidente de la República (1880-1884) fue Manuel González, compadre de Porfirio Díaz, este factor fue el motivo de su lanzamiento como candidato. Durante esta etapa Díaz estuvo en el gabinete y estuvo detrás de cada una de las decisiones tomadas en la silla presidencial.

Algunos errores cometidos por Manuel González y la propia astucia de Díaz dejaron listo el camino para que éste se lanzara nuevamente como candidato a la presidencia y asegurara la victoria desde el inicio. Fue así como el 1° de diciembre de 1884 se marcó en la historia como el primer día del Porfirismo y por tanto, de la Dictadura.

Durante este periodo el positivismo adquirió más fuerza que nunca. En el proceso de consolidación del régimen esta corriente ideológica estuvo representada por un partido político, el de los "científicos", que surgió de la división del partido liberal. Éste fue un grupo dominante cuya base de progreso fue la imitación de los europeos, particularmente de los franceses. En una editorial sobre la división del partido liberal, publicada el 17 de noviembre de 1893 en el periódico *El Siglo XIX*, se habló de la "escuela científica" de donde nació el término "científicos" (ya que pretendían basarse en una ciencia positiva: la sociología). La siguiente cita es una descripción de este grupo.

"En un primer momento se les consideraba como un grupo de intelectuales dedicados sobre todo a la política y otras actividades conexas -la educación, por ejemplo- que

desempeñaban ciertamente de manera personal, pero a partir de principios surgidos de Comte, de Mill y de Spencer, (se identifican con un tipo de política) una política positiva, si se quiere, grupo al que también se le llamaba positivista o de sociólogos mexicanos."<sup>4</sup>

Una serie de publicaciones con tendencia ideológica positivista publicadas en el periódico *La Libertad*, fueron un precedente importante para la fundación del partido Científico. En ellas se dieron las primeras manifestaciones de las ideas que los regirían. En dicho periódico escribían Justo Sierra y Francisco Buñes, quienes fueron los pilares del partido.

"En realidad, se afirmaba, no se trataba de un partido político según los modelos tradicionales, sino más bien de un grupo de personas reunidas por un mismo ideal político, por una misma disciplina intelectual, por el mismo criterio en el estudio de los problemas científicos, ya sean especulaciones filosóficas o política positiva...el grupo de los "científicos" es más importante de lo que creen sus adversarios, pues de él forman parte todos los que siguen el único método aceptado por la ciencia, la observación, la cual practican en todos los puestos en que se hallan colocados; en campos de la actividad política, económica, docente, los grandes principios de la escuela positivista."<sup>5</sup>

El positivismo no constituyó una corriente única, sino una gama que fue evolucionando con el tiempo. Comte fue el padre de dicha doctrina y entre los que crearon sus diversas ramificaciones estuvieron Spencer y Stuart Mill. La corriente predominante del Positivismo durante el Porfiriato fue la spenceriana conjugada con el darwinismo social, lo cual no quiere decir que dejaron de existir entre los intelectuales mexicanos las otras corrientes positivistas. De hecho, hubo un grupo de positivistas ortodoxos, fieles seguidores del positivismo barrediano que en 1901, fundaron la *Revista Positiva*. Su director fue Agustín Aragón y entre sus colaboradores estaba Ezequiel A. Chávez.

A principios de este siglo comenzó una lucha declarada entre los positivistas comteanos y los spencerianos, a través de publicaciones y discursos. Por ejemplo Ramón Ramírez, un representante de la primera corriente, pronunció un discurso en la Escuela de Jurisprudencia en el que dijo:

"El positivismo, como filosofía social, sólo es la reacción antiliberal del siglo diez y nueve, y sus hombres de buena fe navegan hacia atrás creyendo ir a descubrir nuevos mundos porque han perdido la brújula que es el criterio democrático."<sup>6</sup>

El mismo año en que se fundó la *Revista Positiva*, Justo Sierra fue nombrado Secretario de Instrucción Pública. Esto resultó de gran trascendencia para el país, ya que una gran parte de sus esfuerzos los condujo a volver realidad su sueño de fundar la Universidad Nacional y la Escuela de Altos Estudios. Esto había sido propuesto a la Cámara de Diputados desde 1881. Sierra fue de los más grandes defensores del positivismo spenceriano, lo cual se puede leer en varios de sus discursos, en los que trataba de demostrar "...que todo iba de lo mejor en el mejor de los Méxicos posibles."<sup>7</sup>

El porfirismo se caracterizó por hacer de México un país autónomo políticamente, que se esforzaba por aparecer en la lista de los países civilizados,

como se llamaba en la época a aquellos en que el progreso era parte de su vida. El progreso trajo consigo tanto beneficios como perjuicios a la nación; entre los primeros podrían mencionarse:

- 1.El crecimiento de la agricultura, hasta ese momento descuidada.
- 2.El comercio que se extendió a lo largo del país e, incluso, llegó al extranjero.
- 3.El desarrollo de la industria, favorecido por el gobierno.
- 4.El tendido de líneas ferroviarias, telegráficas y telefónicas.
- 5.La instalación de servicios públicos: agua potable, drenaje, luz.

La mayoría de los puntos establecidos anteriormente fueron propiciados por la gran actividad económica que, junto con la ideología que fundamentó al régimen constituyeron el motivo que favoreció el progreso.

Entre los aspectos desfavorables y hasta perjudiciales estaban:

- 1.El insuficiente abastecimiento alimenticio, no por falta de producción, sino porque los productos eran exportados.
- 2.El monopolio comercial ejercido por los Estados Unidos y Europa.
- 3.La desigualdad social que se acentuaba.

El desarrollo económico fue proyecto de estado desde el inicio de la República y el porfiriato fue el gran escenario del progreso, en él la ciencia y la tecnología tuvieron gran relevancia.

"Maravilloso en ese paisaje, a partir del setenta y siete, cuando se inicia la vida de un Estado nacional; cuando el hombre se cree llenarlo todo en la ciencia y con la ciencia. Y si de aquel paisaje mucho fue obra muerta, mucho también fue obra viva. México tuvo ferrocarriles y teléfonos, y luz eléctrica, y colonos, y vapores, y asistió a la transformación de su vieja capital."<sup>8</sup>

El primer lugar en donde se hizo patente el progreso en su totalidad, fue en la Ciudad de México en donde el gobernador del Distrito Federal Ramón Fernández "...introduce el agua potable, construye el drenaje, tiende el alumbrado eléctrico y fomenta la ramificación de líneas telefónicas. El área de la Ciudad de México se amplía: hay nuevas calles, y los que eran lugares despoblados e insalubres se convierten en distritos residenciales."<sup>9</sup>

En la provincia, los primeros beneficios se hicieron sentir en las capitales de los estados, como el caso de San Luis Potosí que fue la primera ciudad que tuvo luz eléctrica "...debiendo tan feliz suceso al doctor Pedro Garza, quien el 16 de septiembre de 1877, hizo colocar el nuevo aparato en el obelisco central de la Plaza de Armas y materialmente bañaba con torrentes de luz todo el recinto de la plaza y acera circunvalante, presentando un aspecto hermosísimo"<sup>10</sup>

En este aspecto la Ciudad de México tuvo que aguardar un poco "...(sus) habitantes...esperaban ansiosos, la noche del 16 de septiembre (1881), para que fuesen encendidas las primeras quince lámparas eléctricas que habían sido

instaladas desde el principio de la calzada de la Reforma hasta la esquina de las calles de Coliseo y San Francisco. Pero los expectantes no pudieron ver consumado el hecho hasta el 11 de diciembre día en que se prendían 24 focos en la Plaza de Armas y 15 en toda la Avenida Plateros repitiéndose los experimentos todas las noches hasta las doce y media de la noche, causando general admiración y siendo un justo motivo de orgullo para México."<sup>11</sup> Para entonces ya en Sinaloa se había instalado la primera planta de luz que tuvo México, habiendo quedado lista en agosto de 1879 en el Mineral de Guadalupe de los Reyes.

Si la luz eléctrica maravilló a los mexicanos, los medios de comunicación no fueron menos y constituyeron su entrada definitiva a la civilización, lo cual puede constatare en las palabras de don Porfirio acerca del ferrocarril.

"El silbido de la locomotora en los desiertos donde antes sólo se oía el alarido del salvaje, es un anuncio de paz y prosperidad para esta noble nación, que aspira con justicia a participar en los bienes que la libertad y la ciencia han derramado a manos llenas en el mundo civilizado."<sup>12</sup>

Paralelamente a la construcción del ferrocarril se hacían las instalaciones de postes telegráficos, los cuales unieron poblados que jamás se había pensado se pudieran comunicar tan rápidamente. Para tener una idea numérica de los avances de las construcciones, se pueden apreciar los siguientes datos: en el año de 1878 se construyeron 1,665 kilómetros de telégrafo. En 1882, la construcción fue de 16,252 kilómetros.

Los hilos telegráficos fueron aprovechados para realizar las primeras transmisiones telefónicas, siendo la primera de todas entre la Ciudad de México y la Villa de Tlalpan, efectuada el 13 de mayo de 1878. Los nuevos medios fueron usados para facilitar el trabajo de los sectores de la población que tenían acceso a ellos, por ejemplo:

"La autoridad aprovecha estas vías de comunicación para ordenar violentos movimientos de fuerzas armadas; el comercio y la industria las utiliza para hacer situaciones de fondos..."<sup>13</sup>

Los medios de comunicación también tuvieron una función social, ya que permitían que la transmisión de noticias, que antes podría tardar días, redujera su tiempo a horas.

Para que pudieran instalarse los medios de comunicación y las industrias, fue muy importante que se tuviera una economía que solventara tan costosos gastos. La República tuvo como estrategia en este terreno pedir préstamos al exterior y dar todas las facilidades a extranjeros (compañías e individuos) para invertir en México, al grado que la mayoría de las inversiones que se tenían en el país durante esa época eran foráneas. Esto originó una seria dependencia económica del exterior. A nivel interno se fundaron las primeras instituciones de crédito, que fueron los bancos, los cuales permitieron, tanto al gobierno como a algunos particulares, tener prosperidad económica. En 1878 se fundó el primero, el de Santa Eulalia en Chihuahua. En 1879 el Nacional Monte de Piedad fue

autorizado para efectuar operaciones de crédito. Y en 1880 tomó forma la idea de establecer una institución bancaria nacional.

Otra característica de la naciente prosperidad económica de la nación fue el desarrollo de la industria. En 1900 las fábricas que había en el país estaban distribuidas de la siguiente manera: 110 de hilados, tejidos y estampados, 27 de tejidos de lana, 146 de jabón, 41 de tabaco, 35 de galletas, 28 de cerillos, 10 de papel, 7 de vidrio, 3,175 de aguardiente, tequila y mezcal; además de fabricarse baules de madera y pianos. Esta fue la etapa en que la Revolución Industrial entró en México, cuando comenzó la producción en serie aprovechando la energía. Las fábricas emplearon ríos para hacer presas y obtener la energía necesaria para la fabricación de sus productos. Algunas de las industrias no consideradas hasta aquí, pero que tuvieron gran auge fueron la minera y la petrolera. La primera de éstas tuvo un resurgimiento, recuérdese que en la época colonial fue de gran importancia.

"En 1882, la minería volvió a ser en México, como en los comienzos de la república, una ilusión de riqueza. El Estado creyó necesario reformar los aranceles para favorecer la exportación de metales..."<sup>14</sup>

El petróleo representó para el Porfirismo un augurio de riqueza y, por lo mismo, despertó grandes ambiciones. Lo costoso que resultaba su localización y extracción no dieron oportunidad de que fuera una gran industria mexicana y quedó al cien por ciento en manos de ingleses y estadounidenses. En abril de 1882 se anunció la localización de yacimientos y una compañía de los Estados Unidos invirtió en la perforación de los mismos. Probablemente ésta fue la industria a la que el gobierno otorgó mayores facilidades para su explotación.

La gran producción industrial que hubo durante la dictadura aunada a los avances en los medios de comunicación, propiciaron el desarrollo del comercio en México, debido a que existía la forma de distribuir los productos a lo largo y ancho el territorio nacional. Aunque la mayoría de las industrias que se establecieron en el país traían su propia maquinaria, se hacía latente el conocimiento del funcionamiento de las mismas para reducir costos. Hubo técnicos mexicanos que hicieron modificaciones a las maquinarias industriales, muchos de ellos del Colegio de Minas. Se dieron casos en que las compañías extranjeras plagieron las aportaciones mexicanas.

Todo este caudal de cosas nuevas fue llevando a la necesidad de una tecnología mexicana, y la filosofía positivista, que tenía por fundamento a la ciencia, hicieron que ésta se convirtiera en algo necesario y al mismo tiempo en una moda. Por ejemplo, durante la dictadura se adoptó el sistema métrico decimal debido a que la mayoría de los países cultos ya lo había adoptado; aunque, por otro lado, la industria y el comercio hacían necesario un sistema uniforme de pesas y medidas. La producción científica en México durante el Porfiriato fue pobre, aunque la idea de ciencia tenía que estar presente para que se pudiera decir que México era un país civilizado debido a que en todos los países civilizados se hacía ciencia. La moda de la ciencia fue el motivo que originó la

fundación de las academias y sociedades científicas, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

En 1884 se fundó en México la Sociedad Científica Antonio Alzate, a la que se hizo referencia años más tarde en la Universidad diciendo:

"...de la Sociedad Alzate a cuya honorable institución pertenece lo más florido de la intelectualidad Mexicana y las personalidades más conspicuas del extranjero."<sup>15</sup>

La Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, fundada el 24 de noviembre de 1894<sup>16</sup>. Miembros de ella fueron Manuel Fernández Leal, Vicente Riva Palacio, Angel Anguiano, Leandro Fernández, Francisco del Paso y Troncoso y Andrés Almaraz. La Sociedad Positiva Gabino Barrera fundada en 1901, que tuvo por presidente a Porfirio Parra. La Sociedad Astronómica de México fundada en el mismo año que la anterior, tuvo por presidenta a la Srita. Rafaela Suárez, y entre sus miembros se encontraban distinguidas personalidades como el Arzobispo Próspero Ma. Alarcón.

"(Esta) Sociedad contaba con "moderno telescopio de 108 milímetros, con un valor de cuatrocientos pesos, gracias a los donativos particulares del Gobernador, del Arzobispo de Michoacán, del Arzobispo de México y de E. M. Vargas de Irapuato. El célebre astrónomo francés Camille Flammarion dirigió una extensa carta a la nueva sociedad mexicana, en la cual la felicitaba por su trabajo e indicaba que en el *Bulletin de la Société Astronomique de France* ya se había referido a la Sociedad mexicana. El Arzobispo de México señaló que había establecido en la terraza de su casa de la calle de Santo Domingo -número 6- un magnífico telescopio de gran potencia, y que lo ponía a la disposición de los miembros que desearan efectuar observaciones en las primeras horas de la noche."<sup>17</sup>

El estudio de la astronomía en el porfiriato fue muy importante, esta ciencia tenía un gran significado social, incluso se hacían observaciones astronómicas desde el palacio nacional, como puede apreciarse en la siguiente cita:

"Establecimiento científico llámase al observatorio meteorológico. Sin embargo, al iniciarse las observaciones magnéticas en 1879 solamente se hacían observaciones absolutas diarias en un local...instalado en el palacio nacional y el equipo consistía en un magnetómetro Negrelli-Zambra y una brújula de inclinación. El lugar era inadecuado para observaciones de esta índole, ya que estaba situada en el centro de la ciudad", por lo cual los instrumentos fueron trasladados a un pabellón del observatorio astronómico de Tacubaya, en 1889, aumentándoseles con un juego de aparatos de lectura directa del sistema de Carpentier, en tanto que aquél era dotado de los utensilios necesarios a fin de que continuara sus "trabajos astrofotográficos para la gran carta del cielo."<sup>18</sup>

También en las escuelas se hizo visible el estudio de las ciencias. En el Colegio Militar, en 1887, se impartían las siguientes materias relacionadas con física y matemáticas: matemáticas, geometría analítica, física, mecánica analítica y astronomía. Se puede apreciar en esto la influencia de la educación científica.

El gobierno participaba de los progresos tecnológicos a través de la Secretaría de Fomento (que) tenía las siguientes funciones: establecimiento de nuevas industrias y fuentes de trabajo de todo tipo, protección de las mismas,

especialmente con una promoción tecnológica, y la proporción de recursos jurídicos, administrativos, hacendarios, aduanales y financieros. La mayoría de las industrias se establecían en las ciudades que eran los lugares en donde se hacían las transacciones comerciales.

Es importante señalar que el régimen dictatorial produjo una crisis política, la cual no permitía que México se organizara como nación, lo cual tuvo como consecuencia problemas sociales de gran trascendencia. El foco más importante de descontento social estuvo en el campo, ya que ahí se vivía la mayor desigualdad e injusticia. Casi todas las tierras se encontraban en manos de terratenientes mexicanos. Las que no, eran concesionadas a compañías extranjeras que exportaban los productos cosechados.

La forma en que se encontraba organizado el trabajo agrícola era casi en su totalidad alrededor de haciendas, que eran grandes extensiones de terreno con un casco (casa en la que vivía en dueño y su familia; centro de organización de la hacienda). El hacendado tenía un poder casi absoluto en su terreno, sus representantes eran: políticamente el administrador, económicamente el tendero y religiosamente el cura. Los orígenes de la organización del campo dejaron una profunda huella social, ya que varios de los que fundaron haciendas eran exmilitares que despojaron a los indígenas de sus tierras, para luego hacerlos trabajar en un sistema casi feudal. La situación social en las ciudades no era menos difícil, ya que la "prosperidad" agudizó las diferencias y nacieron tres bien diferenciadas clases sociales: burgueses, grandes industriales y gobernantes que formaron la clase alta, pequeño burgueses y comerciantes que constituyeron la clase media, y obreros que constituían la clase baja.

La Dictadura llegaba a su fin, en una nación con profundas heridas sociales, que había sufrido muchos avances tecnológicos, que había vivido su propia revolución industrial, una nación que tenía más madurez y más visión que en la época de la Reforma. También llegaba a su fin el partido de los científicos, que había sentado los precedentes para una educación diferente y, de manera inconsciente, había abierto el camino a la profesionalización de la ciencia en México. Para finales de la dictadura, el partido de los científicos entró en una crisis de la que no pudo recuperarse. Fue atacado públicamente por su filosofía y el mismo Díaz comenzó a desconfiar de él. En 1908 Limantour, que se desempeñaba como Ministro de Hacienda y era el brazo derecho de don Porfirio, escribió sobre este tema lo siguiente:

"...que como intelectuales de criterio independiente podrían tomar en determinadas circunstancias un rumbo distinto del que él creyera conveniente dar a la política del gobierno."<sup>19</sup>

Llegó a tal grado el desprestigio de los científicos que su imagen cambió de políticos a mercantilistas, e incluso llegó a considerarse el término como sinónimo de rico.

El Positivismo como corriente filosófica perdió fuerza hacia el final de la dictadura. El grupo intelectual que adquirió mayor importancia para entonces fue el Ateneo de la Juventud, que se fundó el 28 de octubre de 1909 "...por parte de

un grupo de jóvenes recién salidos de las escuelas superiores, como el abogado Antonio Caso. Por otra parte, éste había comenzado desde el 6 de junio una serie de seis conferencias sobre la historia del positivismo -Comte, Mill, Spencer- en las que se pronunciaba en contra de la doctrina filosófica de esta escuela."<sup>20</sup> Esta nueva escuela tuvo entre sus miembros a personalidades muy distinguidas como: Alfonso Reyes, Julio Torri, Martín Luis Guzmán, José Vasconcelos, Antonio Caso y Diego Rivera, quienes fueron después los representantes culturales de la siguiente etapa de nuestro país.

En 1911, con la renuncia de Porfirio Díaz se acababa la dictadura. En este momento ya existían la bases para que la ciencia se pudiera desarrollar en México como una profesión apoyada por un marco institucional. En este sentido fue determinante que durante el Porfiriato se fundaran la Universidad Nacional y la Escuela de Altos Estudios.

<sup>1</sup> Su influencia fue tal que se le ha llegado a conocer como el padre del Positivismo en México.

<sup>2</sup> TAMAYO, JORGE, Ley Orgánica de Instrucción Pública del D.F., diciembre 2 1867, Ed.. UNAM México, 1987, p. 33.

<sup>3</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884), Ed.. UNAM, México, 1987, pp. 196-197, (Parra Porfirio, "Discurso", en la Escuela).

<sup>4</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 375

<sup>5</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 371

<sup>6</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo I, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 347

<sup>7</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 272

<sup>8</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884) Ed.. UNAM, México, 1987, p 339

<sup>9</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, Ed.. UNAM, México, 1987, p 375, Ed.. UNAM; 1987

<sup>10</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884), Ed.. UNAM, México, 1987, p. 375 (El Mensajero México, 10 oct, 1887)

<sup>11</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884) Ed.. UNAM, México, 1987, p. 375 (J. I. Limantour, Amado Enconría y Eugenio Barrero, "Dictamen" Méx, 29 dic 1881)

<sup>12</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo II, El Crecimiento I, Ed.. UNAM, México, 1987, p. 301 (Emiliano Busto, La Administración Pública, Paris, 1889 p. 101)

<sup>13</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884), Ed.. UNAM, México, 1987, p. 377

<sup>14</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo I, El Nacimiento (1876 1884), Ed.. UNAM, México, 1987, p. 80

<sup>15</sup> Centro de Estudio sobre la Universidad, Archivo Escuela Nacional de Altos Estudios, Caja 8 Exp. 154, Folio 4545 (15 mayo 1915)

<sup>16</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo III, El Crecimiento II, Ed.. UNAM, México, 1987, pp.. 257-258

<sup>17</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 105 (El Imparcial 8-agosto-1902)

<sup>18</sup> VALADES, JOSÉ C., El Porfirismo Historia de un régimen Tomo III, El Crecimiento II, Ed.. UNAM, México, 1987, p. 242 (Joaquín Gallo, Investigaciones de magnetismo terrestre, México 1941)

<sup>19</sup> DUMAS, Claude; Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 312

---

<sup>20</sup> DUMAS, Claude: *Justo Sierra y el México de su tiempo, 1848-1912*, Tomo II, Ed.. UNAM, México, 1986, p. 381

## CAPÍTULO 2

### **ANTECEDENTES DE LA PROFESIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y LAS MATEMÁTICAS EN MÉXICO**

Un pasaje muy importante en el desarrollo de la ciencia en México, fue la creación de centros que reunieran en su seno a personas interesadas en hacer de la ciencia una profesión. Estos núcleos favorecieron la formación de investigadores y profesores, quienes se desarrollaron dentro del paradigma de la época. Esto permitió que México se abriera a "la ciencia", como una disciplina universal, y que la producción científica mexicana trascendiera fronteras. Aunque esta producción no se caracterizó, ni se ha caracterizado, por su alto volumen, su importancia radica en su existencia.

La fundación de las instituciones en donde se investigan y enseñan física y matemáticas en México actualmente, tuvo su origen en la Universidad Nacional a través de las Escuelas que la conformaban, las cuales eran: las Escuelas Nacionales Preparatoria (ENP), de Altos Estudios (ENAE), de Ingenieros (ENI), de Jurisprudencia, de Medicina y de Bellas Artes. Las tres primeras tuvieron incidencia directa en el desarrollo de la ciencia en nuestro país. La institución que sentó precedentes para la enseñanza "moderna" de física y matemáticas en México, fue la Escuela Nacional Preparatoria. Aunque en esta escuela el nivel académico de las disciplinas científicas era más bien básico, fue el primer centro de enseñanza en donde hubo un cambio de paradigma en estas áreas, lo cual permitió a profesores y alumnos mirar a la ciencia desde otra perspectiva.

El 18 de septiembre de 1910 fue inaugurada la Escuela Nacional de Altos Estudios, tal acontecimiento tuvo lugar cuatro días antes de que se inaugurara la Universidad Nacional; dicha escuela se destinó a la enseñanza de tres grandes ramas del saber: humanidades, ciencias exactas, ciencias sociales, políticas y jurídicas. En el caso de las ciencias exactas lo que distinguió a esta escuela de cualquiera que hubiera existido en México hasta esa fecha, fue que los cursos que se impartían pretendían tener un alto nivel académico y podían cursarse de manera independiente, es decir no necesariamente eran parte de la preparación para ejercer una determinada profesión. En dicha institución se les consideraba a las ciencias exactas como una rama más del conocimiento y la razón de su estudio era el saber.

La Escuela Nacional de Altos Estudios a los catorce años de fundada se transformó en la Facultad de Filosofía y Letras, al adquirir este nombre, se hacía manifiesta la orientación humanística que pretendía seguir a futuro; como consecuencia, los estudios científicos (particularmente en las áreas de física y matemáticas) institucionalmente dejaron de tener la importancia que habían tenido en la época de la ENAE; pero aún así durante 15 años siguieron impartándose cursos de diversas disciplinas científicas y, en muchos casos,

dichos cursos contaron con gran apoyo de la dirección de la Facultad, de hecho se siguió impartiendo la Maestría en Ciencias Biológicas en aquella institución y en el año de 1930 se formó la sección de ciencias de la Facultad de Filosofía y Letras.

Para entonces, era muy claro para algunos universitarios que las ciencias además de tener su sección requerían de un espacio propio, pues el país requería tener científicos. Durante esta etapa de transición, se hizo latente la necesidad de fundar una escuela que se dedicara exclusivamente a impartir materias científicas, este fue el principal motivo que dio origen a la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, la cual recibió alojamiento en el edificio de la Escuela Nacional de Ingenieros y después se independizó convirtiéndose en la Facultad de Ciencias en 1939.

Desde los orígenes de dicha Facultad existía el proyecto de fundar alrededor de ella Institutos de Investigación; aunque desde el siglo pasado, independientemente de la Universidad Nacional ya funcionaban algunos establecimientos dedicados a la Investigación Científica y en 1929 al declararse la Autonomía Universitaria algunos de ellos pasaron a formar parte de nuestra máxima casa de estudios, éstos fueron: el Observatorio Astronómico Nacional que después se denominaría Instituto de Astronomía, la Dirección de Estudios Biológicos que más tarde se llamaría Instituto de Biología y el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos que pasó a ser el Instituto de Geología, nótese que ninguno de ellos estaba consagrado únicamente a la investigación en física o matemáticas.

En 1938 se fundó el Instituto de Investigaciones Físico-Matemáticas, el cual tuvo como primer objetivo crear un espacio para que el personal de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas pudiera hacer investigación, desde 1939 dicho Instituto se convirtió en el Instituto de Física.

Al fundarse la Facultad de Ciencias los institutos de investigación científica existentes estuvieron muy vinculados con esta institución, y se fueron creando otros institutos muy poco tiempo después, tal fue el caso del Instituto de Matemáticas que empezó a trabajar en 1942. Es importante mencionar que la Facultad y los Institutos son los mismos que han prevalecido hasta la fecha.

## **LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA**

A pesar de que no pretendí hacer de la ENP objeto directo de la investigación que realicé para esta tesis, durante el trayecto de mi trabajo la encontré en la mayoría de los documentos y libros que consulté. Este hecho me hizo notar su evidente importancia y la gran omisión que cometería al no presentar lo más relevante de su historia en relación con la física y las matemáticas.

La ENP fue la primera escuela que formó parte del movimiento educativo que llevaría a la profesionalización de las ciencias en México. Fue fundada en 1867, aunque las clases comenzaron el 3 de febrero del año siguiente.

La Preparatoria fue la primera institución educativa en nuestro país que nació bajo una concepción positivista. Un ejemplo que hace manifiesto esto es la comparación del lema de esta escuela, "amor, orden y progreso", con la frase que identificaba al partido liberal, que era "libertad, orden y progreso", puede observarse que sólo hay una palabra que cambia, pero que es fundamental.

Es importante mencionar que aunque la Escuela tenía entre sus profesores a varios positivistas declarados, éstos no pretendieron adoctrinar a los alumnos, sino que fundamentaron la educación en el *nuevo* método científico, mismo que estaba presente en el plan de estudios y en la pedagogía de la institución.

Una muestra de lo que ocurría era el afán de Barreda por sustituir el aprendizaje de memoria por uno que estuviera basado en la percepción sensorial del alumno. En el México de aquella época esto constituía un cambio revolucionario. Otro claro ejemplo de la transformación educativa que planteaba la ENP es la importancia que se les daba a las ciencias, lo cual puede apreciarse en el comentario hecho por Ignacio Ramírez, miembro de la comisión que formuló la Ley de Instrucción Pública de 1867, quien escribió:

"la educación debe estar dividida en tres ramas...la tercera que se compone de la ciencia donde dominan estos dos elementos la observación y el cálculo, estas son las verdaderas ciencias, las ciencias positivas. "<sup>1</sup>

Sin embargo, en materia de ciencias, el mejor expositor del significado de éstas en la ENP fue, sin duda, Barreda, quien estaba verdaderamente convencido de la orientación que debía tener esta escuela. Una fuente muy rica, que muestra su pensamiento a este respecto, es una carta que envió a Mariano Riva Palacio en 1870, quien entonces era el Gobernador del Estado de México. Barreda pretendía convencerlo ilustrativamente de la necesidad de una escuela análoga a la Preparatoria en el Estado de México. En aquel documento Barreda hizo referencia a lo que era el estudio de las ciencias antes de la fundación de la ENP, de lo cual escribió:

"La química, la historia natural, la astronomía realmente científica y aun una buena parte de la física, se encontraron por estos motivos (confrontación religiosa) excluidas del programa general. Las matemáticas, sólo en su parte más elemental lograron siempre formar parte de aquél."<sup>2</sup>

Más adelante Barreda expuso la razón por la cual las matemáticas debían constituir la materia básica para emprender cualquier tipo de estudio, argumentando que esta ciencia es la más propicia para enseñar a razonar.

"Las matemáticas que partiendo de un cortísimo número de verdades fundamentales, llegan de consecuencia en consecuencia, por medio de la más irreprochable ilación, hasta las verdades más remotas y a veces inesperadas, pero no por esto menos seguras, será siempre la mejor escuela en que todos podrán aprender las verdaderas reglas prácticas de la Deducción y del Silogismo. La simplicidad de las materias que forman el verdadero dominio de las matemáticas, y el riguroso método lógico que esa

misma simplicidad permite, hacen de esta ciencia el mejor medio de prepararnos a emprender después, con menos peligro de errar, otras especulaciones más complicadas. La utilidad del estudio de las matemáticas, muy grande ya por las verdades que directamente enseña y que son diariamente aplicables en multitud de circunstancias de la vida común o profesional de todos los individuos, es todavía infinitamente mayor bajo el punto de vista del método que emplea, con el que necesariamente nos connaturalizamos, aun sin echarlo de ver, al hacer su estudio, y el que por lo mismo aplicamos después con facilidad y precisión." <sup>3</sup>

Al no considerar suficientes sus argumentos, Barreda recurrió a una cita de Stuart Mill, quien hizo una clasificación de las ciencias positivas, de quien mencionó:

"El valor de la instrucción matemática, como preparación para más difíciles investigaciones, consiste no tanto en la aplicabilidad de sus doctrinas, sino en la de su método. Las matemáticas serán siempre el tipo perfecto del método deductivo en general; y la aplicación de las matemáticas a la parte deductiva de las ciencias físicas, constituye la mejor escuela en que los filósofos pueden aprender la parte más difícil e importante de su arte, el empleo de las leyes de los fenómenos más simples con objeto de explicar y de predecir los más complejos. Estos fundamentos son más que suficientes para creer que los raciocinios matemáticos son la base indispensable de una verdadera educación científica, y para mirar (de conformidad con el dicho que se atribuye a Platón) a todo el que carece de estos conocimientos, como falto de la condición más esencial para el cultivo fructuoso de los más elevados ramos de la filosofía."<sup>4</sup>

Barreda situó como segunda ciencia en importancia, después de las matemáticas, a la cosmografía, precisamente por la aplicación que una hace de las otras. Considera a la mecánica en el mismo nivel, sólo que a ésta no le da la categoría de ciencia, sino de un estudio introductorio para la física, de todo lo cual escribió:

"Después del estudio de las matemáticas se ha colocado el de cosmografía o astronomía elemental, por la razón de que entre todas las ciencias ésta es, después de la mecánica, la que se ocupa del estudio de los fenómenos más simples que se presentan realmente en la naturaleza, y porque en ella, así como en la mecánica (que se estudia como introducción a esta ciencia y a la física), se hacen las más espontáneas y perfectas aplicaciones de los teoremas matemáticos."<sup>5</sup>

Basado en el razonamiento deductivo de las ciencias y en la dificultad de los fenómenos que estudian, Barreda hizo su clasificación, colocando después de las ciencias antes mencionadas a la física, de la que comenta:

"La física llega después, la cual, ocupándose de propiedades más complicadas de los cuerpos, exige ya la aplicación de nuevos métodos y de nuevos medios de investigación. En las matemáticas, que sólo se ocupan del número, de la extensión y del movimiento, prescindiendo de las demás propiedades de los cuerpos, el método deductivo había podido ser suficiente por sí solo; y la inducción, reducida a los procedimientos elementales y espontáneos, propios para establecer sus axiomas fundamentales, ha podido pasar casi inadvertido. Pero ya en la física, sus verdades más

elementales tienen un carácter más francamente experimental y de la observación, mientras que en la astronomía, la pura observación es el único medio que tenemos de investigación." <sup>6</sup>

Casi al concluir su carta, Barreda hizo mención del importante estudio de las ciencias naturales, el cual no tenía precedentes en nuestro país y estaba recién iniciándose en la ENP, de lo cual cito:

"Jamás, en ninguna época ni en ningún establecimiento, se habían estudiado en nuestro país de una manera tan completa, y mucho menos tan práctica, las ciencias físicas y naturales, como se ha hecho en la Escuela Preparatoria durante los tres años que lleva de funcionar." <sup>7</sup>

Después de haber presentado el pensamiento de Barreda acerca de las diferentes ciencias, haré la última referencia a su carta, transcribiendo cuál era el orden del primer plan de estudios de la ENP.

"... los estudios preparatorios más importantes se han arreglado de manera que se comience por el de las matemáticas y se concluya por el de la lógica, interponiendo entre ambos el estudio de las ciencias naturales, poniendo en primer lugar la cosmografía y la física, luego la geografía y la química, y por último, la historia natural de los seres dotados de vida, es decir, la botánica y la zoología." <sup>8</sup>

El plan de estudios de la ENP pretendía ir de lo simple a lo complicado según el orden comteano, basado en una educación científica.

El primer plan de estudios de la ENP se formuló en 1867, el número de años de estudio dependía de la carrera que se eligiera, siendo para Ingeniería cuatro y para las otras carreras cinco. Sólo en los tres primeros años se encontraban presentes la física y las matemáticas, cuyos cursos estaban distribuidos de la siguiente manera:

1º año Aritmética, Álgebra, Geometría

2º año Trigonometría (para el método analítico), Cosmografía  
(para las nociones indispensables de mecánica racional)

3º año Física.

En 1870, Barreda propuso que para los estudiantes que eligieran la carrera de Ingeniería el plan de estudios fuera de cinco años, dedicando los dos últimos a academias o laboratorios de ciencias bajo la dirección de un profesor. Esta propuesta se llevó a cabo en parte, ya que la duración del plan de estudios sí se modificó, pero las academias no se realizaron.

El plan de estudios original de la ENP concebido por Barreda, sufrió dos ataques importantes, uno de ellos ocurrido el 15 de mayo de 1869 a través de una reforma a la ley educativa aprobada por el Congreso de la Unión, la cual dice:

"El Congreso de la Unión decreta: Artículo único. Para obtener el título de abogado, no son necesarios el estudio de Geometría en el Espacio y General, Trigonometría Esférica y Nociones de Cálculo Infinitesimal, Química e Historia Natural. Para obtener el título de farmacéutico o médico, no son obligatorios el estudio de Geometría en el Espacio y General, Trigonometría Esférica y Nociones de Cálculo Infinitesimal." <sup>9</sup>

La Geometría en el Espacio y General, Trigonometría Esférica y Nociones de Cálculo Infinitesimal correspondían al temario del 2º curso de Matemáticas del Plan de Estudios original.

El segundo ataque que sufrió la ENP por parte del gobierno, fue la ratificación de la reforma de ley de 1869, que se expidió el 21 de octubre de 1873 y que fue refrendada por Lerdo al día siguiente, en ella se suspendía definitivamente la analítica y el cálculo infinitesimal para los estudiantes que se preparaban para ingresar a Jurisprudencia y Medicina.

Estos ataques cimbraban las bases académicas que sustentaban a la ENP, recuérdese que el estudio de las Matemáticas constituía el fundamento de aquel establecimiento.

Entre la confusión interna que vivía la ENP no había consenso en que las matemáticas fueran la materia fundamental en el plan de estudios de la Preparatoria y para 1877 se propuso que la historia se convirtiera en la materia básica para los estudios de la ENP. Esta nueva idea en ese momento no tuvo suficiente fuerza y, por tanto, no fue aceptada.

La ENP fue presa del vaivén político y así en 1878, a dos años de que se hubiera iniciado el porfirismo, Don Ignacio Ramírez fue nombrado Secretario de Justicia e Instrucción Pública. Apenas ocupó el cargo decretó la enseñanza de la geometría en el espacio, la química y la zoología en el estudio de la medicina y el derecho, dando marcha atrás a parte de la ley de 1873. Es importante mencionar que se abrió paso a algunas de las materias que se había suprimido, sólo aquellas que no representaban un peligro intelectual para el régimen.

Con Don Ignacio Ramírez un declarado positivista en el Ministerio, el porfirismo aparentemente se reconciliaba con los positivistas y como gobierno podía contar entre sus adeptos con un importante grupo de intelectuales; pero es necesario aclarar que hubo positivistas como Barrera, que fueron elegantemente exiliados para que no le dieran problemas al gobierno.

Además de los cambios que sufrió el plan de estudios, esta escuela vivió un proceso evolutivo a través del tiempo, que la llevó incluso a modificar el sentido original de su proyecto de enseñanza. Para mostrar parte de su transformación, se presentan los siguientes datos: el año de inicio de actividades de la Preparatoria, 1868, el número de alumnos inscritos fue de 900, que eran atendidos por una planta docente de 26 profesores; para 1908, dos años antes de la fundación de la Universidad Nacional, el número de alumnos era de 9,111 para los que había 188 profesores. Puede apreciarse que la población estudiantil aumentó 1000 por ciento en treinta años, mientras que la planta de profesores se incrementó un 700 por ciento aproximadamente. A partir de estos datos puede inferirse que, independientemente de los cambios de

filosofía educativa y de planes de estudio, la ENP tuvo que experimentar una alteración en su funcionamiento.

1896 fue un año de cambios drásticos para la ENP: se expidió una ley "que implantó los cursos semestrales, redujo a cuatro años la duración total de los estudios preparatorios y consagró un semestre escolar a algunas de las más importantes ciencias fundamentales: La astronomía, la física, la química y la historia natural"<sup>10</sup>. Dice el decreto presidencial: "La enseñanza de la Escuela Nacional Preparatoria debe ser uniforme para todas las profesiones y tendrá por objeto la educación física, intelectual y moral de los alumnos...La instrucción comprende los ramos siguientes: aritmética y álgebra, geometría plana y en el espacio y trigonometría rectilínea, geometría analítica de dos dimensiones y elementos de cálculo infinitesimal, cosmografía precedida de nociones de mecánica, física. e historia de la astronomía y la física."<sup>11</sup> Ese plan de estudios contiene en total treinta y tres cursos, de los cuales los relacionados con la física y las matemáticas constituyen el 30 por ciento, lo cual habla de la importancia que seguían teniendo las ciencias a veintiocho años de la fundación de la Preparatoria.

Como se mencionó en el capítulo anterior, Justo Sierra desde 1901 fue nombrado Secretario del Ministerio de Instrucción Pública, su ideología afectó directamente a la ENP un comentario suyo puede poner de manifiesto cuál fue la orientación que tomó la Preparatoria durante esa época Sierra dice:

"En todas las enseñanzas se suprimir rigurosamente los razonamientos que no sean absolutamente claros y que no puedan ponerse al alcance de los alumnos por un profesor de medianas aptitudes."<sup>12</sup>

La cita anterior podría referirse a dos aspectos: uno de ellos sería que algunos de los cursos del plan de estudios no eran adecuados para el nivel de los profesores o los alumnos, el otro sería la referencia implícita de suprimir las materias abstractas, como las matemáticas o de restarles importancia.

Yo particularmente, creo que es a este último aspecto al que se refiere, ya que unos años más tarde en 1907, Sierra, siguiendo la línea spenceriana, hizo una propuesta de modificación al plan de estudios que consistía en que las matemáticas dejaran de ser la materia fundamental y en su lugar se adoptara a la sociología. Su propuesta fue bien acogida y en el plan de estudios del siguiente año se notó la disminución de los cursos de física y matemáticas, los cuales fueron:

1° año Matemáticas

2° año Física, Mecánica y Cosmografía , Matemáticas

Un factor que, seguramente, favoreció el cambio de fundamentación del plan de estudios fue que el año de la propuesta de Sierra hubo cambio de Director de la ENP quien asumió el cargo esta vez fue el doctor Porfirio Parra.

En 1910 el Boletín de la ENP, que veía la luz mensualmente, publicaba el plan de estudios vigente para ese año escolar, que para las materias de física y matemáticas sería:

- 1º Primer curso de Matemáticas
- 2º Segundo curso de Matemáticas
- Física
- 3º Academias de Física, primer curso de academias de Matemáticas, Cosmografía precedida de nociones de Mecánica
- 4º Segundo curso de academias de Matemáticas
- 5º Tercer curso de academias de Matemáticas.

Este programa redistribuyó los cursos del plan de estudios de 1908 e introdujo las academias o laboratorios de física y matemáticas, que habían sido propuestas desde treinta años antes, y que constituían un avance en la enseñanza de las ciencias.

La realización del plan de estudios de la ENP manifiesta la madurez institucional que había adquirido dicha escuela y para esto fue fundamental que la Preparatoria contara desde su inicio con personalidades que conocieran profundamente la materia que impartirían y que tuvieran suficiente preparación para ser docentes. Los profesores del asignaturas científicas fundadores de la ENP fueron:

"Don Gabino Barreda, médico de carrera, dueño de envidiable curriculum, así por ejercicio de su profesión como por su labor docente en la Escuela de Medicina, era famoso, además, por su cultura enciclopédica y por la variedad de sus inquietudes intelectivas" <sup>13</sup> Fue el primer director de la ENP e impartía la cátedra de Historia Natural.

Si se toma en cuenta que las matemáticas constituían el pilar sobre el cual se erigía la filosofía educativa de la ENP,

"...nada tiene de extraño que el Colegio de Matemáticas fuera el más numeroso y el de mayor influjo académico... Figuraron en el equipo fundador Isidoro Chavero, Eduardo Garay, José María Bustamante, Manuel Tinoco y Francisco Bulnes, para el primer curso (aritmética y álgebra); Manuel Fernández Leal y Francisco Díaz Covarrubias para el segundo (geometría y trigonometría), casi todos ingenieros." <sup>14</sup>

Todos los profesores de matemáticas, además de ser reconocidos por el dominio de su materia, tenían cargos públicos importantes.

"La enseñanza de la Física fue encomendada al doctor Ladislao de la Pascua...presbítero que no comulgaba con la doctrina positivista...lo que decidió a Barreda a llamarlo para su escuela fue la certeza que tenía, compartida por muchos, de que se trataba del mejor físico de la capital, autor del primer texto importante publicado en México sobre esa materia." <sup>15</sup>

"Leopoldo Río de la Loza fue el fundador de la cátedra de Química, y sobran indicios que nos hacen suponer que en él vio Barreda al prototipo, al maestro ideal que imaginara para su Preparatoria. Era el científico perfecto, el dechado de virtudes cívicas, morales e intelectuales...Fue por antonomasia, el Químico mexicano del siglo XIX, y su

ingreso a la Preparatoria significó un triunfo inmenso del plantel que nacía y un motivo de profunda satisfacción para Barreda." <sup>16</sup>

A continuación presento una lista de los profesores de la ENP, de las áreas de física y matemáticas que prestaron sus servicios a esta institución entre 1867 y 1889.

<b>Barba, Rafael</b>	<b>Profesor Suplente de Matemáticas</b>	<b>1872</b>
	<b>Profesor Interino de 2° de Mat.</b>	<b>1873</b>
	<b>Profesor Ayudante interino 1° Mat.</b>	<b>1875</b>
	<b>Profesor 2°, 3° y 4° Matemáticas</b>	<b>1879</b>
	<b>Profesor interino de Mecánica</b>	<b>1884</b>
<b>Barroso, Agustín</b>	<b>Ayudante 1° Matemáticas</b>	<b>1870</b>
	<b>Ayudante interino 1° Mat.</b>	<b>1877</b>
	<b>Prof. 1° Mat.</b>	<b>1878</b>
<b>Best, Alberto</b>	<b>Ayudante interino de Física</b>	<b>1884</b>
<b>Bulnes, Francisco</b>	<b>Ayudante 1° de Matemáticas</b>	<b>1869</b>
<b>Bustamante, José</b>	<b>Profesor de 2° de Matemáticas</b>	<b>1871</b>
<b>Calderón, Manuel</b>	<b>Ayudante interino 1° de Matemáticas</b>	<b>1874</b>
	<b>Profesor 1° de Matemáticas</b>	<b>1876</b>
<b>Caleroy Sierra, Manuel</b>	<b>Ayudante del preparador de Física</b>	<b>1888</b>
<b>Castillo, Luis del</b>	<b>Ayudante de la clase de Matemáticas</b>	<b>1869</b>
<b>Contreras, Manuel Ma.</b>	<b>Profesor interino 1° de Matemáticas</b>	<b>1868</b>
<b>Chavero, Isidoro</b>	<b>Ayudante de matemáticas</b>	
		<b>1867</b>
<b>Díaz Covarrubias, Fco.</b>	<b>2° de Matemáticas</b>	<b>1867</b>
	<b>Subdirector</b>	<b>1871</b>
<b>Echegaray, Francisco</b>	<b>Profesor interino de 2° de Mat.</b>	<b>1876</b>
	<b>2° curso de Matemáticas</b>	<b>1887</b>
<b>Esteva, Roberto</b>	<b>Ayudante 1° de Matemáticas</b>	<b>1874</b>
<b>Fdez Leal, Manuel</b>	<b>Profesor interino de 1° de Mat.</b>	<b>1874</b>

<b>Flores, Damián</b>	<b>Ayudante interino 1° Mat. Prof. interino Cosmografía</b>	<b>1882 1885</b>
<b>Gamboa y Rueda J. A.</b>	<b>Preparador interino de Física</b>	<b>1885</b>
<b>Garay, Eduardo</b>	<b>Prof. 2° Matemáticas Prof. interino de Física</b>	<b>1873 1885</b>
<b>Herrera y R. Rafael</b>	<b>Preparador interino de Física</b>	<b>1884</b>
<b>Ortiz de Zárate, Ignacio</b>	<b>Ayudante de matemáticas Prof. Ayudante de 1° de Mat. Ayudante interino de 1° de Mat.</b>	<b>1869 1870 1878</b>
<b>Prado, Eduardo</b>	<b>Profesor de Mecánica</b>	<b>1883</b>
<b>Ramírez, Manuel</b>	<b>Ayudante suplente de 1° de Mat. Prof. interino de 2° Mat Prof. 3° y 4° de Matemáticas Prof. interino de física</b>	<b>1871 1877 1879 1879</b>
<b>Soto, Elpidio</b>	<b>Ayudante interino de Cosmografía</b>	<b>1887</b>
<b>Soto, Gabriel</b>	<b>Ayudante interino del preparador Fís</b>	<b>1885</b>
<b>Tamborrel, Carlos</b>	<b>Ayudante interino de 1° Mat. Prof. Academias de Matemáticas</b>	<b>1881 1883</b>
<b>Tamborrel, José</b>	<b>Prof. interino de Academias de Mat.</b>	<b>1886</b>
<b>Troconis Alcalá, Luis</b>	<b>Preparador clase de Fís.</b>	<b>1886</b>
<b>Vallarino, Juan</b>	<b>Ayudante interino de 1° de Mat.</b>	<b>1875</b>
<b>Villamil, Mariano</b>	<b>Ayudante de Mat. Prof. 2° de Mat. Ayudante interino 1° Mat. Prof. interino de Física</b>	<b>1869 1871 1879 1882</b>

Un nombre que destaca en la lista de los profesores de la Preparatoria es el de Eduardo Prado, quien era abogado e impartía cursos de mecánica, además de ser profesor en el Colegio Militar, fundado en 1869, desconozco la fecha en que inicio sus actividades en la ENP, pero sé que ya era profesor en 1877 de

**Academias de Matemáticas**, en 1883 comenzó a impartir **Mecánica**, el nivel que desarrolló en esta materia fue sorprendente, en sus escritos se puede ver que no pedía nada en el conocimiento de su materia a los especialistas contemporáneos de cualquier parte del mundo.

Desgraciadamente, no cuento con las listas de profesores entre 1890 y 1910, sin embargo, puedo afirmar que la mayoría de los profesores que conformaban la planta docente de la ENP se caracterizaban por ser bastante estables en sus puestos, particularmente en esta etapa en la que México se encontraba en pleno porfiriato.

A continuación presento la lista de profesores de las áreas de física y matemáticas del año de 1910. Me atrevo a decir que entre los profesores de la lista anterior y la siguiente se encuentran casi todos aquellos que fueran docentes de la ENP, es probable que haya alguna omisión, algún profesor que haya trabajado en la Preparatoria en el lapso de esos veinte años y no antes ni después, pero en todo caso la lista se encuentra casi completa.

**1910**

**Primer curso de matemáticas**

**Francisco Cárdenas Moreno**

**Francisco G. de Cosío**

**Eduardo Veraza**

**Daniel Acosta**

**Manuel Ramírez**

**Julián H. Padilla**

**Ventura García**

**Casto E. Sotelo**

**Ángel de la Peña y Reyes**

**Juan F. Romani**

**Arturo A. Lamadrid**

**Rafael Barba**

**Segundo curso de Matemáticas**

**Francisco Echegaray**

**Física**

**Luis G. León**

**Francisco Cárdenas Moreno**

**Cosmografía precedida de nociones de Mecánica**

**José de las Fuentes**

**Jerónimo López de Llergo**

**Primer curso de Academias de Matemáticas**

**Ángel la Peña y Reyes**

**Segundo curso de Academias de Matemáticas**  
**Daniel Acosta**

**Tercer curso de Academias de Matemáticas**  
**Juan Mansilla y Río**

**Academias de Física**  
**José Antonio Gamboa**  
**Luis E. Gómez**

**Entre las contribuciones que hicieron a la educación mexicana los profesores de la Preparatoria puede contarse la realización de sus propios libros de texto, actividad que data de los inicios de la ENP, lo que puede apreciarse a partir de un comentario que Barreda hizo en 1870.**

**"La costumbre de servirse para todo de textos extranjeros, cuyo primer efecto es el de matar en su cuna la actividad intelectual de los mexicanos, o por lo menos, el de dirigirla por el camino de la superficialidad y por consiguiente de la arbitrariedad y de la anarquía, comienza ya a desaparecer, notándose en todas las escuelas, y muy especialmente en la Preparatoria, un empeño grande por parte de los profesores para redactar ellos mismos, de acuerdo con las necesidades de la instrucción, los libros de texto que deben servir en sus respectivos cursos."<sup>17</sup>**

**Al parecer no fue generalizada para todos los cursos la realización de libros de texto, o aunque existieran no se consideraban a la altura de los programas de estudio. Esto puede inferirse a partir de la lista oficial que se publicó en el Boletín de la ENP en 1909, en donde se puede observar que los libros de matemáticas son casi en su totalidad nacionales, no así los de física. En ese momento la Preparatoria tenía más de cuarenta años, recuérdese el libro de Física escrito por Ladislao de la Pascua en 1870, que en su momento tuvo gran importancia, pero que casi cuarenta años después era prácticamente obsoleto.**

**TEXTOS PARA 1909**

**Matemáticas (primer año)**

**Tratado de Aritmética**

**Fernández Cardín**

**Tratado de Álgebra**

**Fernández Cardín**

**Geometría plana y en el espacio**

**Bos**

**Tables de Logarithmes**

**Callet**

**Matemáticas (segundo año)**

**Trigonometría**

**Contreras**

**Física**

**Tratado elemental de física**

**Ganot Maneuvrier**

**Mecánica**

**Traité élémentaire de Mécanique**

**Maneuvrier**

**Cosmografía**

**Lecons de Cosmographie Troissisme edición**

**Tisserand y Andoyer**

Otra labor fundamental de los profesores de la ENP fue la enseñanza experimental de la física, que se realizaba en su propio gabinete (como se le llamaba al laboratorio), en donde había algunos aparatos traídos del extranjero y otros contruidos por los profesores en la misma escuela.

El último aspecto que abordaré sobre la ENP es la divulgación científica, que constituyó una de sus grandes labores. Ciertos profesores de la ENP, dirigidos por Barreda dictaron conferencias al público en general, las "lecciones públicas" que tenían lugar los domingos y eran anunciadas ampliamente en los periódicos.

Tuvieron gran impacto en el público que concurría a ellas los temas que se trataban en muchos casos, no eran conocidos en México, representaban una auténtica novedad, incluso hubo temas de investigación de frontera de la época que se expusieron. La novedad mundial en el ámbito científico estaba ahí.

Se iniciaron éstas en 1871 "...la concurrencia (estaba) compuesta de literatos, médicos, abogados, ingenieros y hasta bellas damas,..."<sup>18</sup>

Las lecciones versaban sobre física, química, biología y botánica. A continuación presento los contenidos de las conferencias de Física que fueron publicados en un periódico de la época, los temas que se repiten sólo los presento en el primer año en que se mencionan.

#### **FÍSICA por MANUEL MARÍA CONTRERAS, 1871**

-Ocho principios generales de la ciencia ilustrándolos con experimentos, (objetos de física y fenómenos principales; divisiones, propiedades generales de los cuerpos pesantes).

-Fenómenos eléctricos, luminosos y caloríficos con aplicaciones en telégrafos, galvanización, generación de luz, microscopio solar, fotografías, máquina de vapor, etc.

-Diversos tipos de movimiento, fuerzas, motores y máquinas usadas en física, inercia y sus aplicaciones, experimentos sobre la fuerza centrífuga.

-Máquinas simples y demostración experimental de su equilibrio.

- Fundamentos para establecer las principales divisiones de la mecánica; peso absoluto, relativo y específico de los cuerpos.
- Condiciones de equilibrio en los cuerpos pesados, centros de gravedad.
- Métodos usados para determinar la densidad de los sólidos y de los líquidos
- Aerómetros empleados en la industria, usos y fundamentos,
- Determinación experimental de las leyes del movimiento de la caída de los cuerpos, leyes de las oscilaciones del péndulo y sus principales aplicaciones;
- Propiedades particulares de los cuerpos sólidos; caracteres generales, leyes y experiencias relativas a las propiedades físicas de los líquidos; presión atmosférica.
- Ley de la compresibilidad de los gases, fundamento y uso de barómetros y manómetros
- Equilibrio de los cuerpos sumergidos en los gases.
- Aerostatos bombas y máquinas de compresión.
- Experiencias y fenómenos fundamentales de la electricidad.
- Botellas de Leyden, experimentos con ella y con baterías eléctricas fundamentos de la electricidad dinámica.
- Teoría y descripción de las principales pilas eléctricas.
- Efectos fisiológicos, caloríficos, luminosos y químicos de la electricidad dinámica.
- Dorado y plateado por corrientes eléctricas, galvano- plastia y magnetismo propiedades magnéticas de los cuerpos, brújula procedimientos de imantación.
- Fenómenos electromagnéticos y electrodinámicos, acción recíproca de las corrientes eléctricas y los imanes, selenóides y acción de la tierra, campanas; telégrafos y motores electromagnéticos,
- Propiedades generales de los prismas y de los lentes de composición y recomposición de la luz.
- Microscopios simples, compuestos y solares.

#### **FÍSICA por MANUEL MARÍA CONTRERAS, 1873**

- Objeto de la física, principales divisiones de esta ciencia y propiedades generales de los cuerpos.
- Nociones generales sobre movimiento, fuerzas y máquinas simples.

#### **FÍSICA por PEDRO GARZA, 1874**

- Producción, propagación reflexión y refracción del sonido.
- Bosquejo histórico de la óptica, teoría pánmica y corpuscular.
- Vibraciones, aparatos para medirlas y valor musical de los sonidos.

- Nociones sobre el éter, relaciones entre el éter y la materia.
- Luz polarizada en cuerpos anisotrópicos, leyes fundamentales de la luz polarizada.
- Nociones fundamentales del calor y explicación de los instrumentos usados para medir la temperatura.
- Construcción gráfica de las trayectorias.
- Efectos producidos por el calor en la dilatación y cambio de estado de los cuerpos.
- Estudio sobre la fusión, solidificación y vaporización de los cuerpos.
- Hidrómetros, nociones y experiencias fundamentales de la calorimetría.
- Estudio sobre los manantiales y el equivalente mecánico del calor, conductibilidad de los cuerpos para el calor, estudio de la máquina de vapor, transmisión y reflexión.
- Espectroscopios, instrumento para ver objetos pequeños o lejanos.
- Cámaras oscuras y claras, instrumentos, de proyección.

#### **FÍSICA por PEDRO GARZA, 1875**

- Presión de los gases.
- Aparatos fundados en la presión del aire como bombas sifone, máquinas neumáticas. <sup>19</sup>

Las lecciones públicas no lograron el desarrollo de la ciencia y la tecnología en México en forma inmediata, pero sirvieron para acercar la ciencia a la sociedad. Se puede resumir la importancia de la ENP en los siguientes puntos:

- Constituyó la primera escuela positivista con carácter nacional que tuvo México.
- Fue la primera escuela mexicana que incidió en la formación de científicos, "de ahí salieron... los maestros que enseñaron a los primeros maestros de este siglo en el terreno de la ciencia en México..." <sup>20</sup>
- Fue la primera institución de enseñanza básica que consideró a las ciencias como disciplinas básicas, dando énfasis sobre todo a las matemáticas, y en grado menor a la física, junto con las otras ciencias naturales.
- Propició la creación de libros de texto nacionales.
- Fue la primera institución que divulgó la ciencia contemporánea al público en general , a través de las lecciones públicas.

La ENP fue la cuna de los primeros profesores y alumnos de la ENAE herencia de la Preparatoria fue valiosísima para la formación de científicos en México

## **LA ESCUELA NACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS**

El 18 de septiembre de 1910 en el Anfiteatro de la Escuela Nacional Preparatoria se inauguró la Escuela Nacional de Altos Estudios (ENAE), cuatro días después, el día 22, en el mismo lugar fue inaugurada la Universidad Nacional de México; ambos festejos se hicieron en conmemoración del centenario de la Independencia.

Tan importantes inauguraciones no fueron la respuesta a un impulso inmediato, sino a una prolongada planeación. El Lic. Justo Sierra tuvo gran responsabilidad de la realización de tales actos; desde 1867, Justo Sierra hablaba ya de los beneficios que traería consigo la fundación de una Universidad y dentro de la misma una Escuela de Altos Estudios. Este personaje, en el discurso de inauguración del Consejo Superior de Educación en 1902, refiriéndose a lo que sería la ENAE describe como un centro a donde acudirán los mayores exponentes intelectuales "menos raros de los que se cree", al igual mexicanos que extranjeros; dicha escuela se pensaba que debía contar con laboratorios, observatorios y gabinetes.

Como se dijo en el capítulo anterior, en 1881, Justo Sierra propuso a la Cámara de Diputados que se iniciara la discusión sobre la creación de la Universidad Nacional y la ENAE, de hecho, presentó un proyecto para la formación de la Universidad en el artículo 6 de su proyecto se refiere a la ENAE de la siguiente forma:

"Art. 6o; fracción II: La Escuela Normal y de Altos Estudios tendrá por objeto formar profesores y sabios especialistas, proporcionando conocimientos científicos y literarios de un orden eminentemente práctico y superior a los que pudieran obtenerse en las escuelas profesionales. Se establecerá desde luego clases completas de pedagogía y a medida que los recursos de la Universidad lo permitan, se irán abriendo cátedras correspondientes a todos los ramos del saber humano, comenzando con los estudios biológicos, sociológicos e históricos."<sup>21</sup>

En 1908, se formó una Comisión para establecer las bases de la ENAE, integrada por:

Dr. Porfirio Parra (Dir. ENP)  
Ing. José G. Aguilera (Dir. Instituto Geológico Nacional)  
Lic. Pablo Macedo (Dir. Escuela de Jurisprudencia)  
Consejero Victoriano Pimentel  
Consejero Lic. José Diego Fernández  
Consejero Ing. Norberto Domínguez  
Secretario Luis Cabrera  
Secretario Dr. Rafael Martínez

Los tres primeros presidían la comisión, ya que la ENAE sería una escuela multidisciplinaria y se requería del punto de vista de personalidades de diferentes especialidades.

En el mismo año que se integró la comisión, Justo Sierra propuso que primero se realizara la creación de la ENAE y después la fundación de la Universidad Nacional.

Al año siguiente presentó un proyecto que proponía organizar la Escuela en cinco facultades, a saber: Humanidades, Ciencias Matemáticas (que comprendería estudios de matemáticas superiores, mecánica y astronomía), Ciencias Físicas (que comprendería estudios de física, química, meteorología, mineralogía, geología, paleontología), Ciencias Biológicas (botánica, zoología, biología, antropología) y, por último, la dedicada a las Ciencias Morales y Sociales.

Finalmente este proyecto no se llevó a cabo, pero puede apreciarse que la idea de la Escuela de Altos Estudios era comprender en una sola institución todas las ramas del saber. Si se compara la estructura que se pretendió dar a la ENAE con escuelas de su misma índole de aquella época, puede apreciarse que eran muy diferentes; ya que la mayoría de las grandes universidades tenían facultades para distintas disciplinas. áreas tan disímolas como las matemáticas o las ciencias morales no se albergaban en una misma escuela.

Debido a la falta de experiencia académica, el primer proyecto, aparentemente muy organizado, tuvo que sufrir muchos ajustes en la práctica.

Una institución tan completa académicamente, que respondía a un proyecto tan ambicioso, tuvo una formación paulatina. El mismo gobierno tuvo conciencia de la necesidad de la perfecta planeación de un proyecto tan grande. Desde la presidencia había orden explícita de tomar el tiempo necesario para llevar a buen término la fundación de la ENAE.

Así fue como llegó 1910, año en que, según el decreto presidencial del 7 de abril en el cual se publicó la ley constitutiva de la ENAE, se fundó esta escuela, aunque inició labores hasta el año siguiente.

Entre las personalidades que asistieron a la inauguración de la citada Escuela estuvieron: Justo Sierra, quien entonces era Ministro de Instrucción Pública; Ezequiel Chávez, quien era Subsecretario de Instrucción Pública; y Porfirio Parra, que había sido nombrado el primer Director de la ENAE.

La ENAE se concebía a sí misma como: la "aspiración inconciente" del perfeccionamiento intelectual condensada en un centro de cultura superior.

La Escuela de Altos Estudios se creó con el fin de: "abrir campo y ayudar a la investigación científica, así como formar hombres aptos para la enseñanza de las más altas disciplinas."<sup>22</sup>

La Escuela en sus inicios se dedicó, por una parte a preparar profesores de secundaria, que en nuestros días tiene su equivalente en la Normal Superior y, por otra a dar cursos al público en general que se interesara por algún curso determinado y dado que se trataba de los mismos cursos puede pensarse que el nivel académico era bajo o disparejo.

Para poder apreciar las aspiraciones que tenía la ENAE, sus objetivos y su funcionamiento, citaré textualmente su Ley Constitutiva<sup>23</sup> que se publicó en varios documentos de carácter oficial, una de ellas es un folleto encuadernado de la Secretaría del Despacho de Instrucción Pública y Bellas Artes, ahí se menciona que se publicó en el Diario Oficial del 9 de abril de 1910.

La Ley Constitutiva de la ENAE fue expedida por Porfirio Díaz, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos y enviada a Justo Sierra.

Todos los artículos son muy claros, algunos no se llevaron a cabo, como fue el caso de las pensiones federales. Se verá más adelante que la mayoría de los profesores de física y matemáticas que impartieron cursos, estaban registrados como profesores libres, a los que no se les pagaba ningún salario y no estaban sujetos a un plan de estudios determinado.

Hay que recordar que días después de la fundación de la ENAE y de la Universidad Nacional, estalló la Revolución, hecho que sacudió al país y afectó a todos los sectores de la población, de lo cual no fueron la excepción los universitarios, el aspecto más sacrificado para ellos fue el presupuesto de su Casa de estudios.

Desde la creación de la Universidad, el presupuesto que le fue asignado no era suficiente, pero se esperaba que con el tiempo éste fuera aumentando, los primeros años (la etapa de la Revolución) fueron los más difíciles a este respecto; después el presupuesto se fue incrementando, pero no en la proporción del aumento de las necesidades de la Universidad.

Porfirio Parra al inicio de sus actividades como Director de la ENAE, presentó una solicitud de presupuesto de \$140,620.00 y le fue asignada la cantidad de \$80,000.00; cuando este Director se refiere al sueldo de los profesores dice lo siguiente:

"...dados la alta jerarquía de la Escuela, el mayor contingente personal que ha de exigirse en ella a los profesores y la especialidad y elevación de los conocimientos que estos han de poseer, (no he tenido reparo) en proponer para ellos un sueldo superior al que se ha acostumbrado asignar los maestros en la ciencia."<sup>24</sup>

La cantidad que presupuestó Porfirio Parra para sueldo de catedráticos fue de \$46,519.25, que era aproximadamente una tercera parte del total que había solicitado.

La ENAE, como escuela recién inaugurada necesitaba hacer otra serie de gastos importantes, como la instalación de los gabinetes de ciencias experimentales, a los que se destinaron \$25,000.00. A pesar de que esta podría parecer una cantidad considerable para la época, el doctor Parra aclaró que le parecía poco en proporción con lo que se necesitaba. Pues ciertamente, aunque la situación económica no era fácil para la ENAE, si se querían lograr los objetivos de esta escuela debía buscarse la manera de adquirir material para la investigación y enseñanza de las ciencias.

En la solicitud del primer presupuesto de la ENAE se consideraban los cargos directivos, ya que en la Ley Constitutiva se mencionaba que debía haber

un Director, un Subdirector y un Secretario, el segundo cargo mencionado no existió, probablemente por falta de presupuesto.

Como se dijo anteriormente, el primer Director de la ENAE fue D. Porfirio Parra, quien obtuvo su nombramiento el 15 de septiembre (antes de fundada la ENAE), tomó posesión el 18 del mismo mes, el 10 de julio del año siguiente se le expidió un nuevo nombramiento y se hizo cargo de la Dirección hasta su muerte el 5 de julio de 1912.

El primer Secretario que tuvo la ENAE fue D. Mariano Canseco, quien tomó posesión de su cargo el 1º de octubre de 1910, el 13 de febrero de 1911 se le confirió el carácter de Subdirector, además de su cargo que ya tenía; pero oficialmente, a través de los documentos que firmaba, siempre lo hizo bajo el cargo de Secretario, el 10 de julio se le ratificó su nombramiento para ese cargo.

A pesar de su escaso presupuesto, la ENAE continuó fiel a los principios que la fundamentaban, sostenida por los ideales de sus fundadores, como se puede apreciar en un documento que se encuentra en el Archivo de la esta escuela; dirigido al Secretario de Instrucción Pública y Bellas Artes, Justo Sierra, y firmado por D. Porfirio Parra, con fecha 6 de octubre en el que se mencionaba, lo que significaba la ENAE para la Universidad.

"En mi humilde sentir, esta Escuela corresponde a la facultad de letras y ciencias de otras universidades....los profesores de Matemáticas superiores, de Física matemática, de Experimentación en Física, de Psico-sociología, de Lógica fundamental y de Historia de la Filosofía representan en la Escuela N. de Altos Estudios el cultivo de las ciencias abstractas." <sup>25</sup>

Y agregó:

"...en el cuadro de profesores propuestos se concede mucha mayor amplitud a la facultad de ciencias, puesto que diez profesores pertenecen a ella." <sup>26</sup>

Puede apreciarse que lo que se consideraba como ciencia iba desde física y matemáticas hasta las humanidades, como la psicología, la sociología y hasta la historia de la filosofía. Esta gran cantidad de disciplinas, apenas contaba con diez profesores, que representaban la sección con mayor personal docente. Pero además el doctor Parra comentó por qué se le daba más apoyo a la ciencia que a las letras en la ENAE, de lo cual escribió:

"...en el estado actual de nuestro país, caracterizado por un progreso material y rápido, y cada vez más intenso, el cual requiere un cultivo de las diferentes ciencias que son el alma y el móvil de tal progreso." <sup>27</sup>

Me parece que D. Porfirio Parra no pudo ser más claro, para explicar la razón del orden de los acontecimientos científicos que se daban; la ciencia resurgía en ese momento por una razón muy definida: se necesitaba tanto, que el país ya no podía progresar sin ella.

Esta es la visión que se tenía de los hechos en el momento en que ocurrían; sin embargo, para el año de 1965, D. Ricardo Monges López, primer

Director de la Facultad de Ciencias, cuando ésta cumplía su 25 aniversario, se refirió al desarrollo de las ciencias en la ENAE, del siguiente modo:

"En esta escuela se le dio gran impulso a la filosofía y a las letras, pero desafortunadamente por lo que se refiere a las ciencias, la Escuela de Altos Estudios se concretó a ofrecer cursos aislados de muy diversa elevación científica, con fines exclusivamente culturales o encaminados a la preparación de profesores de Escuelas Secundarias..." 28

Esta opinión difiere absolutamente de la presentada anteriormente. Sin embargo para tener una visión más objetiva, es necesario hacer el análisis de los cursos y profesores que hubo en la ENAE, lo cual se hará a posteriormente. Lo que se puede anticipar es que aunque, ciertamente, los estudios que ofrecía la ENAE eran de carácter cultural y no constituían una carrera científica, su importancia no puede menospreciarse pues sirvieron de base para los cursos que se impartieron posteriormente.

El Ing. Monges López en su discurso del 25 aniversario de la Facultad de Ciencias insistió en que no se les prestó suficiente atención a la física y las matemáticas en la ENAE y dijo que únicamente fueron cuatro los cursos que fueron impartidos de dichas disciplinas. La realidad es que fueron más.

A pesar de que en un principio no se tenía plan de estudios, ni se llevaba algún texto específico, se pensó en invitar a profesores extranjeros de prestigio para que vinieran a impartir las primeras cátedras.

Hubo tres cursos que fueron dictados por profesores extranjeros, dichos cursos marcaron el inicio de la actividad académica en la ENAE, ninguno de los cursos fue de física o matemáticas.

Uno de los temas que se dio en uno de estos cursos fue, la Estadística relacionada con la Antropometría, que pudiera decirse fue lo más relacionado con las ciencias de las que se ocupa este trabajo. Dos de los profesores que vinieron a impartir los cursos no conocían bien el español y los resultados de las clases no correspondieron al prestigio de los profesores.

El 5 de junio de 1911, el Director, Porfirio Parra envió una propuesta a la Rectoría para asignar algunas materias que se impartirían en la ENAE a ciertos profesores, en la selección que se hizo en el área de física y matemáticas se nombró a los siguientes:

- Sr. Ingeniero Valentín Gama  
Matemáticas Superiores
- Sr. Ing. Guillermo B. y Puga  
Física-matemática
- Sr. Alberto S. Cárdenas  
Física experimental
- Sr. Ing. José A. y Bonilla  
Astronomía Práctica

Estos profesores tenían ya reconocido prestigio, por ejemplo, en el caso de Valentín Gama, el curso para el que estaba propuesto, lo había impartido en la Escuela Nacional de Ingenieros por muchos años.

El Consejo Universitario nombró una comisión, formada por los directores de las Escuelas Universitarias que dictaminó, cuáles cursos se darían durante ese año, para el caso de ciencias exactas y naturales se refiere a los siguientes cursos, clasificados de la misma manera que se presentan a continuación:

**Cursos Necesarios**  
**Estudios de Altas Matemáticas**  
**Mecánica Racional**  
**Astronomía**  
**Mecánica Celeste**  
**Física matemática**  
**Física Experimental**  
**Fisicoquímica**

**Cursos Útiles**  
**Termodinámica**  
**Electrología**  
**Metereología Mexicana**  
**Historia de las Matemáticas**  
**Historia de la Física**

Tiene sentido esta clasificación, definida en función de las expectativas que tenían los fundadores de la ENAE.

En 1912 ocurrió el primer cambio en la dirección de la ENAE; al morir su Director fue necesario que se realizara un nuevo nombramiento para este cargo en forma repentina, a quien correspondió la designación fue a D. Alfonso Pruneda, quien obtuvo su nombramiento el 22 de julio de 1912 y comenzó a ejercer su labor dos días después. Su etapa en este puesto no fue larga, pues renunció el 1º de marzo de 1913.

El Secretario que tuvo la ENAE durante ese periodo fue, ni más ni menos, D. Alfonso Reyes, quien fue nombrado el 28 de agosto de 1912, mismo día que empezó a ejercer sus funciones. Su etapa de Secretario fue corta, ya que su renuncia fue aceptada el 26 de febrero de 1913.

El año de 1912 se caracterizó por ser de los más inactivos académicamente en la ENAE, ya que sólo se dieron tres cursos libres, recuérdese que éstos no tenían remuneración. Los cursos que se impartieron fueron:

-Introducción a los Estudios Filosóficos que tuvo por Profesor a D. Antonio Caso.

- Teoría de las Funciones Analíticas a cargo del D. Sotero Prieto.
- Curso Superior de Lengua Inglesa que fue impartido por D. Joaquín Palomo Rincón.

El primer curso de matemáticas alto nivel que se dio en México fue el de Teoría de las Funciones Analíticas. El profesor de dicho curso tiene tal importancia histórica, que merecer que en esta tesis se le dedique un capítulo especial. Según se decía en aquella época, no había en México en el primer tercio del siglo, nadie que supiera más matemáticas y física que D. Sotero Prieto. Él fue autodidacta, no tuvo ninguna preparación en el extranjero y fue, precisamente él, el primero en dar un curso de matemáticas cuyos contenidos eran absolutamente nuevos para México.

El Secretario de la ENAE, a fines del año de 1912, pidió a D. Sotero, al igual que a todos los profesores libres, que rindiera un informe acerca de su curso. El informe de D. Sotero lleva fecha 30 de junio de 1913, en él se hace un análisis detallado de las características del curso.

El curso de Teoría de Funciones Analíticas se impartió martes y viernes de 7 a 8 P.M., durante los meses de octubre y noviembre de 1912, en un total de 13 clases. El sistema de enseñanza fue por medio de conferencias, exponiéndose sobretodo a través de cálculos en el pizarrón. No hubo exámenes. La asistencia al principio fue de 20 personas y fue disminuyendo paulatinamente hasta tener 4 o 5 asistentes durante las últimas sesiones.

D. Sotero escribió algunas hipótesis sobre la baja asistencia al curso, que sugirió podrían ser las siguientes: La poca competencia del profesor o la falta de finalidad tangible (no se expide título ni certificado). También sugirió que se impartieran cursos de otras ramas de las Matemáticas Superiores.

En su informe relativo a la asistencia, aparece un cuadro que puede representar cierta importancia, es una clasificación sobre alumnos regulares y oyentes, a la vez que de hombres y mujeres asistentes al curso y es el siguiente:

<b>Alumnos Regulares</b>	<b>Oyentes</b>
<b>Hombres 21</b>	<b>Hombres 4</b>
<b>Mujeres 0</b>	<b>Mujeres 0</b>

Del contenido del curso no se mencionó mucho, solamente que se trató el estudio sistemático de las funciones de variable compleja.

Se mencionó también la bibliografía original que fue empleada en el curso. Casi todos los matemáticos que construyeron la Teoría de Funciones Analíticas son los autores de los textos mencionados, lo cual quiere decir que el aprendizaje fue directo de la investigación a la enseñanza, los autores son los siguientes y no se especifica si son libros o artículos:

**Gaspar Wessel (1797)**  
**Roberto Argand (1806-1914)**

**C. V. Mourey (1828)  
Cauchy (1847) Representación de Argand a las Funciones de  
Variable imaginaria.**

En el año de 1913, nuevamente la dirección volvió a sufrir un cambio, quien ocupó el cargo esta vez fue el Lic. Ezequiel A. Chávez, quien obtuvo su nombramiento el 26 de febrero y tomó posesión el 1º su marzo, su duración en este puesto no llegó ni al año, ya que el 1º de diciembre de 1913 terminaron sus funciones en este cargo.

El Secretario que acompañó en sus labores al Lic. Ezequiel Chávez fue D. Honorato Bolaños quien tomó posesión el 3 de marzo de 1913 y permaneció en su cargo más tiempo que el Director con el que ingresó, ya que sus funciones concluyeron hasta el 15 de mayo de 1915.

Las subsecciones de estudios físicos y químicos de la ENAE se organizaron el 26 de mayo de 1913. El 9 de octubre del mismo año, la Junta de Profesores de la Subsección de Ciencias Físicas nombró al Sr. Ing. D. Valentín Gama, por unanimidad de votos, decano de la Subsección en el año académico 1913-1914.

Los cursos que se impartieron durante ese año, relacionados con física y matemáticas fueron los siguientes:

- Mecánica y Óptica (Curso Teórico experimental) Prof. Ing. Valentín Gama
- Mecánica y \_óptica (Curso práctico) Prof. Joaquín Gallo
- Electricidad (Curso teórico experimental) Prof. Salvador Altamirano
- Electricidad (Curso Práctico) Prof. Alfonso Castelló

No llegaron a darse algunos curso, no se menciona cuales, la causa aparente fue carecer de los elementos necesarios.

Para finalizar con los acontecimientos que ocurrieron durante 1913, mencionaré la ascensión del nuevo Director, el Lic. Antonio Caso, quien tuvo a su cargo la ENAE del 3 de diciembre de 1913 al 1º de septiembre de 1914. El Secretario continuó siendo D. Honorato Bolaños.

Al igual que la ENP, la ENAE tuvo un lema, éste fue Amor, Ilustración y Concordia, muy propio para la etapa que estaba viviendo el país, reflejo de las ideas ilustradas que sustentaban el conocimiento científico, algo nuevo para los intelectuales, al menos en la forma como se planteaba.

Entramos a 1914, D. Antonio Caso por más de medio año fue el Director de la ENAE, y fue sustituido por el Dr. Jesús Díaz de León el 7 de septiembre de 1914, quien permaneció en su cargo hasta el 15 de mayo de 1915. A D. Honorato Bolaños correspondió por tercer periodo ser Secretario de la ENAE.

En este año, en la ENAE se dio mayor importancia a la organización en Subsecciones, en un documento fechado el 16 de marzo de 1914 se definía cuál era el objeto de la Escuela, particularmente de la Subsección de Ciencias Físicas y Naturales, en él se decía:

"...organizada con el fin de formar profesores de física y de química para las Escuelas Preparatorias, Normales y Profesionales de la República." 29

En ese momento para México era urgente tener profesores bien preparados, que pudieran cubrir las necesidades educativas del país, la ENAE avocó sus esfuerzos a esta tarea, le dio prioridad a la preparación de maestros de enseñanza media, después se dedicaría a formar intelectuales especializados.

Las subsecciones con que contaba la ENAE eran dos, la mencionada anteriormente y la Subsección de Estudios Literarios.

Anteriormente se había hablado del cargo de Decano de una Subsección que le fue concedido al Ing. Valentín Gama, referente a esto se expresa:

1. Es un cargo por un año académico.
2. Se nombrará en una Junta de Profesores de la Subsección.
3. Se procurará que todos los Profesores de la Subsección desempeñen por turnos el cargo mencionado.

A continuación se describirá la situación de los Profesores que prestaron sus servicios en la ENAE en el año de 1914.

Ing. Valentín Gama, profesor de Mecánica y Óptica (curso teórico experimental), trabajó gratuitamente hasta el 30 de junio de 1914, desde el 1º de julio estuvo considerado dentro del presupuesto como casi todos los profesores, al entrar en nómina adquirió la calidad de interino. Referente al curso que impartió tenía alrededor de 5 alumnos inscritos, el horario era martes y sábados de 6 a 7:30 P.M., en el local de la ENAE.

Ing. Alfonso Castelló, Profesor de Electricidad (curso práctico), fungía como profesor ordinario, al respecto de su materia, no tenía horario y ésta se dictaba en la Escuela Nacional de Ingenieros.

Ing. Salvador Altamirano, profesor de Electricidad (curso teórico experimental) trabajó gratuitamente hasta el 30 de junio de 1914, desde el 1º de julio estuvo considerado dentro del presupuesto, su nuevo nombramiento es con calidad de interino, respecto a su curso contó con 16 alumnos inscritos, se ofrecía lunes y viernes de 6 a 7:30 P.M., como local tenía la ENAE.

Ing. Joaquín Gallo, Preparador del Curso de Mecánica y Óptica (curso práctico), se le expidió nuevo nombramiento por entrar en el presupuesto a partir del 1º de julio de 1914. Su curso era martes, jueves y sábados de 4:30 a 5:30 P.M. y se impartía en el Observatorio Astronómico de Tacubaya.

Carlos Luca, alumno ayudante de los cursos de Electricidad, fue propuesto por Ezequiel Chávez para que ocupara el cargo, argumentado que ya había prestado satisfactorios servicios para la escuela. Fue nombrado el 1º de julio de 1914 en el cargo de ayudante del curso.

Respecto a las instalaciones con que contaba la ENAE, Jesús Díaz de León, su Director, en una breve reseña histórica que hizo de dicha escuela, dijo que no eran adecuadas para impartir los cursos experimentales de física, por lo que algunos profesores pidieron autorización para dar sus clases en otras

instalaciones, tales como el Instituto Geológico, el Observatorio Astronómico y la Escuela Nacional de Ingenieros.

De la Biblioteca dijo lo siguiente:

"...se ha conseguido que en lo posible sea la única en México que pueda satisfacer las exigencias de un profesorado culto, el cual puede concurrir para su documentación y seguir el movimiento científico actual, a la grandiosa Biblioteca de la Sociedad Alzate..."<sup>30</sup>

La ENAE tenía dos diferentes campos de acción de índole diversa, el de técnico y el científico. Dentro de lo que sería el terreno propiamente científico a continuación se enumeran sus funciones:

- Formar profesores para las escuelas secundarias, preparatorias, normales y profesionales de la República.
- Coordinar los trabajos de investigación científica nacional.
- Perfeccionar los estudios en las principales ramas que se enseñaban en las escuelas universitarias.
- Facilitar la investigación científica en el territorio nacional.

Después de lo que se ha expuesto hasta aquí, no es necesario aclarar que las funciones en el terreno científico de la ENAE no fueron logradas por falta de recursos, de preparación especializada de algunos de sus profesores y de experiencia de sus directivos para conducir una institución multidisciplinaria. Un gran logro de la ENAE fue ser una institución pionera en la enseñanza de las ciencias; enfrentó muchos retos para hacerla funcionar. Lo cual se logró algunos años después.

En el aspecto técnico, la ENAE también tenía una serie de funciones que se mencionarán a continuación:

"Procurar el ensanchamiento de la Metodología pedagógica aplicada a las condiciones del medio planteando cursos de dibujo aplicado a los trabajos manuales y a las artes industriales que exigirían de los obreros algunos conocimientos científicos."<sup>31</sup>

De hecho, se menciona lo que debiera ser la función popular de la ENAE, no todos pensaban que la escuela era sólo para los intelectuales, se requería también de la educación y formación de toda la población, a esto se refería Jesús Díaz de León en el siguiente comentario:

"...las industrias especiales y características en algunas razas indígenas se van extinguiendo, y de aquí que se haga sentir la necesidad de un centro de cultura para los gremios que con poco esfuerzo puedan adquirir conocimientos que los aparten de la rutina y les abran nuevos horizontes en la lucha por la existencia."<sup>32</sup>

Si el aspecto científico no llegó a consolidarse en la ENAE, el aspecto técnico, de la manera como fue concebido originalmente, menos cumplió su cometido. Para analizar la falta de desarrollo del aspecto técnico no tiene que perderse de

vista la situación social por la que pasaba el país. Los indígenas de quien nos habla Díaz de León, no estaban preocupados por la educación, tenían intereses más inmediatos que no podían eludir.

Hasta ese momento todos los Directores se habían caracterizado porque cada uno seguía el programa de su antecesor, según dijo el Dr. Díaz de León cuando ocupó su cargo. Mas bien lo que se puede apreciar es un desconcierto, el natural de un difícil inicio.

En 1915, ocurrió un fenómeno muy extraño para la ENAE, en la lista del personal se puede observar que desde el inicio del curso hasta el día 22 de marzo, todos los integrantes de la Subsección de Ciencias Físicas no se habían presentado a trabajar, los profesores de esta área eran los mismos a quienes en 1914 se les había dado el nombramiento de profesores o ayudantes de la Subsección antes mencionada.

El único profesor que aparece en el informe presentado por el Dr. Díaz de León, perteneciente a la Subsección de Ciencias Físicas es el Ing. Valentín Gama y se decía que el curso para el que estaba asignado, Mecánica y Óptica, tenía que ser aplazado porque sólo había tres alumnos inscritos, se esperaba que la próxima vez se duplicara o triplicara el número. Esta maniobra hace que en la lista del personal docente de la ENAE no se mencione a ningún profesor que imparta materias de física o matemáticas.

Con respecto a las instalaciones científicas se menciona un Gabinete de Química que fue adquirido a los alemanes, aproximadamente en 1913 y que se encontraba en Veracruz, sin que pudiera utilizarse en la clase de Química Orgánica que se canceló en espera de que estuviera instalado el Gabinete, ya que no podrían hacerse las prácticas necesarias.

De esta manera, todos los avances que se habían logrado en el desarrollo de las ciencias sufrían nuevos retrocesos.

En 1915 cambió el Director, el 15 de agosto fue nombrado para el cargo Miguel E. Schultz; el Secretario continuó siendo Honorato Bolaños.

Con respecto al tipo de alumnos que asistirían a la ENAE se puede decir:

El grupo más numeroso estaba constituido por Profesores, Directores e Inspectores de Planteles Educativos. También asistían Profesores y alumnos de escuelas profesionales. Por último, asistían profesores y alumnos de Escuelas universitarias y personas cultas en general.

1916, fue un año en donde no ocurrió nada con respecto al desarrollo de la física y las matemáticas en la Facultad de Altos Estudios (FAE), pues desde ese año cambió de nombre la Escuela Nacional de Altos Estudios. En 1917 la situación fue la misma, podrían definirse como años muertos en este terreno.

En 1918 la Facultad de Altos Estudios se impartieron los siguientes cursos:

- Aritmética y Álgebra, Profesores Ing. Rafael Azuela, Ing. Gabriel Larita e Ing. Juan Ramani.
- Analítica y Cálculo Prof Ing. Juan Manuel del Río
- Geometría y Trigonometría Prof Ing. Arturo Lamadrid

-Física Teórica y Experimental Prof. Ing. Basilio Romo

Estos cursos tuvieron el carácter de cursos libres preparatorios, eran una especie de introducción a la física y las matemáticas para aquellos que no tenían bases en estas materias.

En 1919 se impartieron, de nuevo, una serie de cursos libres, los cuales fueron los siguientes:

- Matemáticas Superiores (1º y 2º año) Prof. Juan Mansilla y Río
- Ciencias Físico-Químicas Prof. Carlos Gutiérrez
- Electricidad Prof. Emilio Leonarz

No se mencionó más al respecto, no hay documentos en los archivos de la ENAE que describan las características de estos cursos como tipo y cantidad de alumnos, contenidos, etc.

En 1921 se informó cuál era el número de los cursos impartidos en la ENAE clasificados en las diferentes áreas del conocimiento, la proporción que se presentó fue la siguiente:

- 11 cursos de Ciencias Sociales
- 26 cursos de Lengua y Literatura
- 9 cursos de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
- 5 cursos de especialidades superiores en Ciencias Médicas
- 5 cursos de Filosofía de las Ciencias de la Educación

El que hubiera 9 cursos en la Sección correspondiente a física y matemáticas es proporcionalmente considerable, pero si se piensa la cantidad de temas que pueden tratarse en estas áreas es realmente pobre, ya que esta sección abarca también a las ciencias naturales en general, esto es química y biología. De hecho, en la lista de cursos impartidos durante este año el único relacionado con el tema de estudios aquí tratado fue uno de Físico-química, que tuvo por prof. al Ing. Juan S. Agraz.

En 1922, el Director de la Facultad de Altos Estudios fue el Lic. Ezequiel A. Chávez, quien ya había sido Director de dicha Escuela. El Secretario continuó siendo D. Honorato Bolaños, quien ya tenía tradición en ese cargo.

Para entonces, el lema se había modificado, la frase que lo representaba era: **Por la Investigación y la Ciencia al Amor y al Servicio Universales**, que reflejaba muy bien lo que cada vez se veía como una realidad más cercana, la investigación científica.

En 1922, la actividad académica fue grande en la ENAE, se hizo una reforma al Plan de Estudios de la Facultad, y existían, de manera independiente, las Subsecciones de Ciencias Físicas y de Ciencias Exactas. Para la primera, el nuevo programa se planeaba que tuviera las siguientes materias:

**Mecánica**  
**Astronomía**  
**Física general (teoría y práctica)**  
**Física especial (teoría y práctica)**  
**Química**  
**Climatología**  
**Geodesia**

Para la Subsección de Ciencias Exactas, se dijo que el programa se reduciría a **Matemáticas Superiores** y que incluiría los siguientes puntos:

**Álgebra**  
**Geometría Analítica**  
**Cálculo Infinitesimal (con aplicación en Física)**

Los cursos programados no coincidieron exactamente con los que se impartieron en la Facultad de Altos Estudios en 1922, a continuación se mencionarán los cursos dictados en ese año.

- Electricidad Prof. Guillermo Keller
- C. Físicas Prof. Alfonso C. Cornejo
- C. Físicas Prof. Juan Mansilla y Río
- Geodesia Prof. Pedro C. Sánchez
- Meteorología y Climatología especialmente de México Prof. Basilio Romo
- Astronomía e Investigación de Geografía Astronómica relativa a México, Prof. Joaquín Gallo

Este año además, se dio un curso de invierno, que fue impartido por D. Sotero Prieto y cuyo título fue **Einstein y la Relatividad**.

En el año de 1923 los cursos dados en la Facultad de Altos Estudios fueron los siguientes:

- Geodesia, Prof. Pedro C. Sánchez.
- Historia de las Ciencias Exactas (Matemáticas, -Astronomía y Mecánica) Prof. Daniel Castañeda.
- Astronomía, Prof. Joaquín Gallo.
- Matemáticas Superiores, Prof. Sotero Prieto.
- Historia de las Ciencias Exactas (Física, Química y Físico-química) Prof. Alvaro L. Espino.
- Físicoquímica, Prof. Alfonso Cornejo.

En el Archivo de la ENAE, el ciclo escolar 1923 es en el primero en que se encuentran, los contenidos de la mayoría de las materias, tal es el caso de

Geodesia, que fue impartida por el Prof. Pedro C. Sánchez, los temas ahí tratados fueron los siguientes:

**-Reconocimiento geodésico:** Elección de la triangulación principal, elección de las bases y manera de espaciadas, señales geodésicas.

**-Medida directa de las líneas:** Determinación de la ecuación de las unidades de medida, cálculo definitivo de una base y su error probable, precisión de las bases calculadas.

**-Instrumentos y métodos de observación:** Relación entre el diámetro del círculo, poder amplificador del telescopio, errores de graduación del círculo, estudio de microscopios micrométricos.

**-Trabajos de Gabinete:** Corrección sistemática de las direcciones por la faz de las señales y por la excentricidad de la estación, compensación de las figuras por el método de los mínimos cuadrados, determinación del número de ecuaciones de condición, ajuste por discrepancia en azimut.

**-Cálculo definitivo de la triangulación:** Fórmula de Struve para determinar el error probable de un lado cualquiera, coordenadas geodésicas de los vértices aceptando por elipsoide de referencia el elipsoide de Clarke.

**-Altimetría:** Nivelación trigonométrica, nivelación de precisión, superficies de nivel, diferencia entre las nivelaciones trigonométricas y las topográficas.

**-Determinación de las dimensiones del elipsoide:** desviación de la vertical, Teorema de Laplace, determinación del elipsoide osculatrix

**-Teoría de la curvatura de la Tierra:** curvatura de las superficies convexas, radios de curvatura, longitudes de arco (meridianos y paralelos), líneas sobre el elipsoide que miden distancias (líneas geodésicas), determinación de la figura de la tierra por las observaciones del péndulo.

El contenido de esta materia, era muy similar al del curso de Topografía que se estudiaba en la ENI, lo valioso es que esta materia no era impartida a Ingenieros exclusivamente, sino a cualquiera que pudiera estar interesado en el conocimiento de la ciencia por sí misma; la Facultad de Altos Estudios tenía en sus manos una gama, casi ilimitada, de posibilidades, ya que al igual que preparaba profesores para secundaria, ensanchaba la cultura de un profesionalista de cualquier área; además daba la oportunidad de enriquecer el conocimiento formando grupos interdisciplinarios, que a su vez, hacían más rica a la Universidad.

En la Facultad de Altos Estudios hubo dos cursos de Historia de las Ciencias Exactas, que eran complementarios, el primero de ellos abarcaba Matemáticas, Astronomía y Mecánica; mientras que el segundo se dedicaba a la Física, Química y Físico-Química, fueron impartidos respectivamente por los Profesores Daniel Castañeda y A. L. Espino, quienes habían escrito una carta al Director a principios de año, pidiendo la creación de esta nueva cátedra.

El proyecto de los cursos era muy completo en lo referente a contenidos, en cuanto a épocas comenzaba desde la antigüedad, en donde se mencionaba entre otras aportaciones universales el calendario azteca, se hablaba luego de la civilización griega, prosiguiendo con la Edad Media, hasta concluir en los tiempos modernos que abarcaba los siglos XVI, XVII y XVIII, dedicando una sesión especial al XIX.

Puede hacerse referencia a las siguientes cuestiones actuales que fueron tratadas en el curso, obviamente desde una perspectiva histórica:

- A. Estado actual de la geometría cartesiana y el cálculo infinitesimal.
- B. La teoría de Laplace y los últimos descubrimientos.
- C. La teoría de la relatividad en matemáticas y en mecánica.- Los nuevos elementos del análisis matemático. El espacio tiempo según Minkowski. La nueva síntesis mecánica.- Einstein."<sup>33</sup>

Con respecto al siglo XIX dice lo siguiente:

- A. La matemática y la mecánica en el siglo XIX.- Poncelet, La continuidad. Cauchy.- Los clásicos del siglo XIX. Duhamel, Camberouse.- El cálculo infinitesimal.- Los ensayos Covarrubias, Gargollo y Parra.
- B. Las geometrías no euclidianas.- Sacheri, Lobatschewsky y Riemann.
- C. El pragmatismo y las nuevas corrientes matemáticas.- La filosofía matemática de H. Poincaré..."<sup>34</sup>

Además de lo hasta aquí se ha mencionado sobre el proyecto del curso de Historia de las Ciencias Exactas, el capítulo XII del mismo, estuvo dedicado a doctrinas particulares, y entre los subtemas estaba considerado: El Positivismo como doctrina de la ciencia y como método científico.

El que se mencione al positivismo dentro de lo que sería la Historia de las Ciencias quiere decir mucho, ya que en 1923 existía aún una corriente Positivista en México que consideraba a esta doctrina el sustento filosófico de la ciencia.

La segunda parte del curso de Historia de las Ciencias Exactas tenía inclinación hacia física y química y fue impartido por el Prof. A. L. Espino, abarcó las siguientes épocas; desde los griegos, los árabes y Europa en general, pasando por la fundación de las universidades y ciertas academias europeas, hasta Einstein.

Del contenido general de este programa se puede decir que incluyó las siguientes ramas de la Física, estudiadas desde un punto de vista histórico:

Acústica, Hidrostática, Mecánica, Geografía, Física, Óptica, Filosofía (Experiencialismo), Magnetismo, Gravitación, Calor, Electricidad, Electromagnetismo, Electrodinámica, Aplicaciones de la Teoría Atómica en Química, Teorías Modernas de la Constitución de la Materia, Temperatura, Presión, Bioquímica, Fotoquímica, Teoría de la Relatividad, Teoría de Planck: Quanta.

Otro curso que sobresalía por sus contenidos fue el de Físico-Química impartido por el Químico Industrial Alfonso Cornejo, en esta materia el programa fue el que a continuación se presenta:

- Introducción Histórica.- Teorías filosóficas sobre la constitución de la materia.- Los primeros trabajos físico-químicos y la nueva era iniciada por Arrehnius, Ostwald y Van't Hoff.

- El Estado Gaseoso.- Temperatura y Presión.- Leyes de Boyle y Charles.- Principio de Avogadro.- La teoría cinética.- Densidades y pesos moleculares.

- El Estado Gaseoso (Cont.).- El efecto Joule-Thompson.- Temperaturas y presiones críticas.- Química de bajas temperaturas.- Calor específico de los gases y principios de Termodinámica.- Fenómenos espectrales.

- Estado Líquido .- Relaciones entre estado líquido y gaseoso.- Vaporización y condensación.- Teoría cinética de los líquidos.- Capilaridad y composición.- Tensión de vapor y punto de ebullición.- Calor específico y calor molecular.

- Estado Sólido .- Punto de fusión.- Calor de fusión.- Técnica calorimétrica.- Calores específicos de los sólidos.- Ley de Dulong y Petit.- Calores atómicos de los diversos elementos.

- Relaciones entre las propiedades físicas y la composición y la constitución.- Propiedades aditivas, constitutivas y coligativas.- Poder de refracción de los líquidos.- Actividad óptica.- Átomos asimétricos.- Enantiomorfismo.- Actividad magnético-óptica.

- Termoquímica.- Desarrollo de la termoquímica.- Leyes de Hess y de Chatelier.- Neutralización de ácidos y bases.- Termoquímica de los compuestos orgánicos.

- Átomos y Electrones.- La teoría atómica, las leyes estequiométricas.- Elementos.- Pesos atómicos.- Dimensiones de átomos y moléculas.- Clasificación periódica.- Alotropía.- Transformaciones radioactivas y elementos isotópicos.- La teoría electrónica.- Números atómicos y

**modificaciones a la tabla de Mendeléeff.- La unidad de la materia.- Problemas futuros.** <sup>35</sup>

Para finalizar con lo referente a los contenidos de los cursos impartidos en 1923, se hará referencia al proyecto que se presentó en el curso de Astronomía, materia que fue impartida por el Ing. Joaquín Gallo, los temas que se trataron en dicho curso fueron:

- Movimiento aparente del Sol.
- Leyes de Kepler.
- Movimiento de los Planetas.
- Ley de atracción universal.
- Movimiento en una elipse, en una parábola.
- Teoría de los Cometas.
- Paralaje.
- Precesión. Aberración y Nutación.
- La Luna.- \_órbita, distancia y movimientos.
- Teoría de los eclipses del Sol y la Luna. <sup>36</sup>

La Astronomía fue una de las ciencias más estudiadas en la Facultad de Altos Estudios, esta disciplina tenía muchos seguidores, que iban desde simples aficionados que se dedicaban a la observación y que conocían las teorías más sencillas, hasta profesionales que trabajaban en el Observatorio Astronómico de Tacubaya y sabían de los desarrollos matemáticos más avanzados que se requerían para el estudio de esta ciencia.

De esta manera, llegó el año de 1924, el 12 de marzo la Dirección de la Facultad de Altos Estudios cambió de representante, en esta ocasión el cargo lo ocupó el Dr. Daniel M. Vélez, y la Facultad de Altos Estudios se transformó en la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Graduados y la Normal Superior

Los archivos de la ENAE no reportan nada que haya ocurrido en 1925, referente a esta tesis. De 1926, la información es escasa y sólo se menciona un curso de Enseñanza de las Matemáticas en las Escuelas Secundarias, dado por el Prof. J. Arteaga.

Los años que siguieron inmediatamente fueron muertos para la física y las matemáticas en la Facultad de Filosofía y Letras, no fue sino hasta 1928 donde se retomó la posibilidad de hacer estudios científicos en dicha Facultad.

El 1° de Octubre de ese año, fue nombrado Director de la Facultad el Dr. Pedro de Alba, el cambio administrativo hizo que se empezara a dar importancia a las ciencias y comenzara la consolidación de las mismas, formando planes más completos a fin de establecer carreras científicas en forma regular.

En 1928 se comenzó a hablar de títulos para los estudiantes de la Normal Superior, títulos profesionales que se podrían obtener si acreditaran el plan de estudios vigente y presentaran una tesis profesional aunada a su examen.

En lo referente a las carreras científicas, en el Consejo Universitario se comenzó a abordar el tema de los grados académicos que debieran tener los

**estudiantes de estas disciplinas, en la sesión del 27 de enero se tocaron los siguientes puntos:**

**"Discusión, en lo particular, de la parte relativa a los requisitos para ser maestro en ciencias matemáticas y físicas o en ciencias biológicas.  
Discusión y aprobación de la parte relativa al doctorado en las mismas ciencias...."<sup>37</sup>**

**En el año de 1929 se reorganizó la Universidad, dentro de la Facultad de Filosofía y Letras se creó una sección de ciencias, empezaron a darse los títulos de Maestro y Doctor en Ciencias Exactas, Ciencias Físicas y Ciencias Biológicas. Ese mismo año se otorgó el doctorado en Biología por primera vez.**

**Dentro de la Sección de Ciencias de la Facultad de Filosofía y Letras se encontraban los siguientes profesores: Sotero Prieto, Jorge Quijano y Alfonso Nápoles Gándara; en los documentos no se menciona cuales fueron los cursos que impartieron.**

**El 14 de agosto de 1929, se decidió en el Consejo Universitario, que el Dr. Antonio Caso ocupara el puesto de Director en la Facultad de Filosofía y Letras, y fue reelecto el 22 de noviembre de 1932.**

**Este periodo del Dr. Caso en la Dirección de la Facultad fue decisivo y benéfico para el desarrollo de las ciencias, ya que siendo admirador de las matemáticas, el Director, estableció algunos cursos de ciencia, particularmente en física y matemáticas. Al respecto, D. Alfonso Nápoles Gándara en una entrevista dijo:**

**"El Dr. Antonio Caso, Director de Filosofía y Letras y Ciencias, me encomendó la iniciación de un plan de estudios para matemáticas y física. Ahí se inició el curso de la matemática superior con los siguientes cursos: Introducción al análisis matemático (Cálculo Avanzado), impartido por el profesor Alfonso Nápoles; Geometría Diferencial, Prof. Alfonso Nápoles; Historia de las Matemáticas, profesor Sotero Prieto; y Física Teórica, profesor A. Baños."<sup>38</sup>**

**Es necesario aclarar, que estos cursos se dieron en 1932, cuando D. Alfonso Nápoles había vuelto del Instituto Tecnológico de Massachusetts, en donde había ido a estudiar gracias a una beca que le fue otorgada por la fundación Guggenheim. D. Alfonso, preocupado por la enseñanza de las Matemáticas en México, en vez de doctorarse, decidió dedicar su tiempo de estancia en Estados Unidos a aprender todo lo que pudiera y así, regresar a enseñarlo, llevando 14 cursos de matemáticas superiores, obteniendo en 11 de ellos la calificación de sobresaliente. Este hecho es importante, ya que México empezó a tener contacto con el extranjero; en ese momento no se contaba con bibliotecas especializadas en el país, y aunque hubieran existido, el aprendizaje autodidáctico hubiera llevado muchos años. Se necesitaba la transmisión personal del conocimiento, el viejo método maestro-alumno.**

**Por otro lado, la comunicación con el exterior daba la posibilidad de conocer personalidades que pudieran interesarse por México y quisieran contribuir enseñando física y matemáticas en el país; lo cual ocurrió un poco más tarde, cuando se contó con la visita de varios investigadores extranjeros**

que vinieron a comunicar nuevas teorías y a transmitir conocimientos, al igual que a descubrir potenciales valores científicos mexicanos. Todo esto será tratado con detenimiento en el capítulo 5 referente a la Facultad de Ciencias y los Institutos de Investigación.

<sup>1</sup> DÍAZ Y DE OVANDO CLEMENTINA y GARCÍA BARRAGÁN ELISA, La ENP los afanes y los djas 1867-1910 Tomo II , México, UNAM, 1972 p 7

<sup>2</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Carta Barreda a Mariano Riva Palacio, México, UNAM, 1985, p. 8

<sup>3</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 10

<sup>4</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 11

<sup>5</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 12

<sup>6</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 12

<sup>7</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 29

<sup>8</sup> GONZÁLEZ RAMÍREZ MANUEL, Ob. Cit., p. 4

<sup>9</sup> Revista de Instrucción Pública Mexicana, México, 1896, tmo I, p. 58

<sup>10</sup> VALADES JOSÉ C., eL Porfirismo Historia de un régimen Tomo III El crecimiento II, México, UNAM; 1987, p. 234

<sup>11</sup> VALADES JOSÉ C., Ob. Cit. p. 234

<sup>12</sup> DUMAS CLAUDE, Justo Sierra y el México de su tiempo 1848-1912, Tomo II, México, UNAM, 1986, p. 286

<sup>13</sup> LEMOINE ERNESTO, La Escuela Nacional Preparatoria en el periodo de Gabino Barreda 1867-1878, México, UNAM, 1970, p. 52

<sup>14</sup> LEMOINE ERNESTO, Ob. Cit. p. 55

<sup>15</sup> LEMOINE ERNESTO, Ob. Cit. p. 60

<sup>16</sup> LEMOINE ERNESTO, Ob. Cit. p. 61

<sup>17</sup> GONZÁLEZ MANUEL, Ob. cit. p. 35

<sup>18</sup> DÍAZ Y DE OVANDO CLEMENTINA, GARCÍA SALAZAR ELISA, Ob. cit, p. 7

<sup>19</sup> DÍAZ Y DE OVANDO CLEMENTINA, GARCÍA SALAZAR ELISA, Ob. cit, p. 7

<sup>20</sup> CEPEDA FLORES FCO, Los liberales, el positivismo y la educación, Obra sin publicar, p. 36

<sup>21</sup> Sierra J., textos "Una antología General. Clásicos Americanos" SEP UNAM 1982.

<sup>22</sup> Informe del Ing Ricardo Monges López al Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias, en su sesión con fecha 11 de octubre de 1946.

<sup>23</sup> Ver Apéndice A.

<sup>24</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 7, Exp 132, 3811 (6-oct-1910)

<sup>25</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 7, Exp 132, 3810

<sup>26</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 7, Exp 132, 3810

<sup>27</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 7, Exp 132, 3810

<sup>28</sup> Discurso 25 Aniversario de la Facultad de Ciencias, pronunciado por el Ing. Ricardo Monges López.

<sup>29</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 20 Exp 4227 12089.

<sup>30</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 8, Exp 154, 4545.

<sup>31</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 2, Exp 17, 375.

<sup>32</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 2, Exp 17, 373.

<sup>33</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 18, Exp 382 10969.

<sup>34</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 18, Exp 382, 10968.

<sup>35</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 18 Exp.382, 10947.

<sup>36</sup> CESU, Archivo ENAE, Caja 18, Exp 382, 10945.

<sup>37</sup> Alarcón Alicia, El Consejo Universitario de 1924-1977 p. 49 (27-enero-1928).

<sup>38</sup> Premio Universidad Nacional 1987, UNAM, 1988 p. 47.

## **CAPÍTULO 3**

### **1933, EL AÑO CIENTÍFICO**

En 1933 se hacía evidente en el ambiente intelectual de México la falta de un lugar en donde se hicieran estudios científicos de una manera profesional que fuera a la vez un centro de investigación científica.

Motivados por esta necesidad, un grupo de personalidades interesadas por la ciencia, entre las que se encontraban los ingenieros Ricardo Monges López, Agustín Aragón Leyva y D. Pedro Zuloaga escribieron respectivamente 8, 12 y 14 artículos en el periódico El Nacional, persiguiendo los siguientes objetivos: divulgar los avances científicos más recientes, hacer notar que en México debía hacerse ciencia, ya que sin ella el país estaría al margen del progreso y, finalmente, aclarar que esta nación tenía gran potencial en sus pensadores, poniendo como ejemplo a Manuel Sandoval Vallarta.

Se eligió el año de 1933 porque en él se celebraba el centenario de tres acontecimientos relacionados con la ciencia, estos fueron: el nacimiento del Ing. Francisco Díaz Covarrubias, y las fundaciones respectivas de la Escuela de Medicina y de la Sociedad de Geografía y Estadística.

El gran logro de estos artículos fue ejercer cierta influencia para que se fundara la Facultad de Ciencias, el propio Ing. Monges López (primer Director de la Facultad) aseguró en varias ocasiones que dichos artículos fueron de gran peso para las autoridades universitarias.

Los artículos publicados en El Nacional tratan los siguientes aspectos: la Tecnocracia (doctrina que pretendía explicar científicamente la producción en serie y sus consecuencias sociales), la Ciencia y la Filosofía, la Ciencia y la Universidad, Noticias Científicas (acontecimientos) y por último, la Ciencia en sí misma (en este tema se hicieron algunos análisis de los últimos sucesos científicos ocurridos). Utilizaré las divisiones temáticas para exponer el contenido de las publicaciones.

#### **LA TECNOCRACIA**

Los primeros artículos que se escribieron en relación con la ciencia vieron la luz en el mes de enero, todos estaban relacionados con la Tecnocracia, al parecer fue un tema que estaba muy de moda y era de gran interés para un grupo de intelectuales. Los artículos escritos al respecto fueron los siguientes:

La Tecnocracia (I), La Tecnocracia (II), El Problema de la Tecnocracia, El Reto de la Tecnocracia, Crisis de la Tecnocracia, todos estos escritos por Agustín Aragón Leyva y La Nueva Economía escrito por Pedro Zuloaga. Los tres primeros se publicaron en enero y los otros tres en febrero.

El Ing. Agustín Aragón Leyva, al parecer, estuvo encargado de las publicaciones científicas de 1933 en el periódico; y fue, además, el autor de la mayor parte de los artículos.

D. Pedro Zuloaga, según la consideración del propio Ing. Aragón Leyva, fue el primer hombre que tuvo contacto con la Tecnocracia en México. Es un hecho curioso que D. Pedro Zuloaga radicaba en Chihuahua, ya que esto habla de que algunos temas eran conocidos simultáneamente en algunos sitios fuera de la capital.

Los dos primeros artículos que se publicaron, son una adaptación de un artículo que con el mismo nombre apareció en los Estados Unidos escrito por Wayne Parrish.

En principio se trató de exponer la esencia de la Tecnocracia, que consistía en un problema que se vislumbraba para un futuro inmediato y era el siguiente:

"...desde la invención de la máquina hasta hace unos cuantos años, la máquina fue únicamente un auxiliar del hombre en su esfuerzo de transformación de materias primas en productos; posteriormente, la máquina, perfeccionada por la técnica, se ha convertido no en un auxiliar sino en un TOTAL SUBSTITUTO DEL ESFUERZO HUMANO. Esta máquina, automática -a la que hemos designado como máquina robot- máquina que casi piensa- ha venido a crear el problema más formidable de nuestro tiempo..."<sup>1</sup>

La Tecnocracia como movimiento surgió en Estados Unidos, su líder fue Howard Scott, un Ingeniero que al frente de un grupo de colegas se dedicó, desde 1920 a: "...estudiar amplia y detalladamente las relaciones necesarias para la producción de más de tres mil artículos en un periodo de cien años y las múltiples actividades humanas que ello significa."<sup>2</sup> Su fundamento fue el análisis riguroso de datos por medio de métodos estadísticos. Los primeros resultados que obtuvieron los tecnócratas no quisieron darlos a conocer hasta haberlos comprobado aunque fuera en forma parcial.

La Tecnocracia se consideró un método con bases científicas que podría poner a prueba objetivamente, cualquier sistema económico. Los tecnócratas en 1932 aseguraron que el capitalismo estaba a punto de sufrir un colapso, contrario a lo que la mayoría de los estadounidenses creían.

De hecho, los tecnócratas eran sospechosos políticos para los Estados Unidos debido a sus predicciones, incluso, se les llegó a acusar de conspiradores. En el primer artículo que publicó Aragón sobre el tema se mencionaba lo siguiente:

"Un cablegrama de Nueva York, ha informado muy recientemente, que los llamados tecnócratas están fraguando una conspiración para formar con el Canadá, los E.U.A. y México una especie de soviet tecnocrático con el cual enfrentarse a Europa -y agregamos a Rusia-; pero esto es francamente risible. Los tecnócratas son teóricos, hombres de laboratorio y no pueden formular planes de esta naturaleza."<sup>3</sup>

Si la Tecnocracia fue un sistema político o no, corresponde a otro trabajo analizarlo; lo que aquí voy a exponer es la relación que hubo entre Tecnocracia y Ciencia.

"La concepción original de la Tecno**cracia** es...la del análisis cuantitativo del complicado mecanismo social creado por la tecnología." <sup>4</sup>

En el mismo artículo, también se hablaba sobre las herramientas matemáticas de la Tecno**cracia**, de lo cual se decía:

"Las complejas investigaciones de los tecnócratas exigen la creación simultánea de una nueva rama de la matemática que se ha denominado Cálculo de los Determinantes de Energía el cual ofrece mayor complicación que la utilizada por Einstein como expresión de su Teoría del Campo Unitario." <sup>5</sup>

De esta manera, se puede empezar a intuir lo que la ciencia y la Tecno**cracia** van a tener en común. La Tecno**cracia** va a depender de la ciencia para hacer objetivas sus conclusiones, y la forma en que la Tecno**cracia** se expresa del sistema económico hace que dependa su existencia de la Economía.

Por último, se habla en el artículo de la futura publicación de una obra de Pedro Zuloaga relacionada con la Tecno**cracia**, cuyo título es la Nueva Economía, mismo nombre que llevaría un artículo que se publicó en febrero, escrito por el mismo autor.

En la siguiente publicación se mencionaba el ABC de la Tecno**cracia**, el cual aparecía desglosado en incisos, me limitaré a enumerar los puntos que considero más importantes de este artículo<sup>6</sup> los cuales son:

-La humanidad pasó por dos revoluciones tecnológicas, la primera de éstas fue la implantación de la máquina auxiliar (aquella que requiere del hombre) y, la segunda, la instalación de la máquina automática (aquella que puede trabajar sin el menor auxilio del ser humano).

-Se predice el colapso económico de los Estados Unidos, que ocurriría por el uso irracional de la tecnología en el régimen capitalista y que tendría por consecuencia la eliminación del trabajo humano.

-Son características de la gran crisis que se produce más de lo que el ser humano pudiera necesitar y que la clase trabajadora desaparecería por innecesaria.

-Se considera que el colapso es consecuencia de que el sistema económico cambió sin que se modificara el sistema social.

-Por lo tanto, se dice que son obsoletos los regímenes económicos existentes, tanto el socialismo como el capitalismo.

-Se propone que se implante "una nueva economía basada en la estimación del valor de los determinantes de energía física, química y biológica empleada en la producción", se sugiere que ésta es la única solución posible.

Los puntos expuestos anteriormente muestran que, más que una moda, las predicciones alarmistas de los tecnócratas, representaban la hipótesis de la catástrofe y la tesis de la salvación. México, tan cercano a los Estados Unidos,

que ya era una potencia, con depresión o sin ella, tenía que tomar medidas para que la catástrofe no lo alcanzara.

Los artículos que aparecieron en el periódico muestran que un sector de los intelectuales mexicanos parecía convencido, en un principio, de que la Tecnocracia era la última verdad. A pesar de que para México no era una realidad la máquina-automática, como le llamaban en el artículo, el peligro se hacía latente, y se pronosticaba más grave sin tecnología y sin ciencia. Según propusieron los tecnócratas, el sistema económico tendría que cambiar, el nuevo sistema debería estar basado en la energía; pero en México ¿qué se sabía de energía? La única alternativa era aprender todo lo que se pudiera aprender de ciencia y tecnología.

El siguiente artículo se titula el Reto de la Tecnocracia; aparentemente este escrito comienza a sugerir más ecuanimidad, el alarmismo no es tan notorio. Se menciona que algunos eruditos estudiaron las cifras de los Tecnócratas, descubriendo que eran exageradas, lo cual no fue aceptado por el grupo en cuestión argumentando que sus Estadísticas no estaban terminadas y que ellos habían anticipado que sus resultados no eran definitivos.

Pero a pesar de los avances que se hacen notar en el párrafo anterior, se seguía hablando de la Tecnocracia como la solución al "problema", de lo cual se dice lo siguiente:

"...la desordenada capacidad productora de la máquina moderna sería usada para el beneficio de todos, pero con la abolición del sistema de precios para adquirir los satisfactores. "Los tecnócratas proponen equilibrar la producción de satisfactores con su consumo, dando a cada individuo el derecho a consumir, sobre la misma base, independientemente de lo que haya participado en la producción." 7

A continuación se abunda en el papel social y económico de la Tecnocracia y se mencionan sucesos ya nombrados con anterioridad. Con respecto a este artículo, sólo quiero hacer notar algo importante, el sinónimo de tecnólogo e ingeniero que se utilizaba y que se puede apreciar en el siguiente párrafo:

"La fuerza motora de la transformación del caos actual en un régimen de abundancia para todos, es la máquina, y su fuerza intelectual, el tecnólogo, el ingeniero; su fuerza moral; los destinos de la sociedad entera, en la que el proletario es la médula, porque es hasta ahora -la única clase que ha demostrado convergencia en sus necesidades y en sus ideales -dicen los tecnócratas." 8

Paradójicamente, la siguiente publicación lleva por título Crisis de la Tecnocracia; básicamente en él se tratan los siguientes aspectos: Los tecnócratas se dividieron en dos grupos los que se quedaron en la Universidad de Columbia y los seguidores de Howard Scott. La Tecnocracia no ha usado el método sistemático de la ciencia, pero de alguna forma mostró la posibilidad para el hombre de la época de usar todo el conocimiento, lo cual no tenía precedentes. Los Comunistas califican a la Tecnocracia como una utopía más (por pretender un cambio radical con métodos pacíficos).

Este artículo se caracteriza, ante todo, por la crisis ideológica que estaban causando en Agustín Aragón Leyva los problemas de los tecnócratas. Este autor se había encargado de difundir qué era la Tecnocracia y de presentarla como la gran solución de la época, me parece que las siguientes citas, algunas de ella antagónicas, expresan la esencia del artículo.

Son muchos los que conocen la Tecnocracia pero ésta se "...ha caracterizado por FALTA DE MÉTODO Y VAGUEDAD EN LAS AFIRMACIONES." <sup>9</sup>  
"La Tecnocracia es, ante todo, LA FELIZ CONCENTRACIÓN DE MUCHAS IDEAS DISPERSAS EN UN PLAN DE VIDA FACTIBLE PARA SALVAR A LA SOCIEDAD DE UN DESASTRE." <sup>10</sup>

Para finalizar esta serie de artículos sobre la Tecnocracia, presentaré las ideas más importantes del trabajo de Pedro Zuloaga, presentadas por Aragón.

"Este ENSAYO, forma parte de un libro en prensa de Pedro Zuloaga que se titula EL COSMOS Y EL DESTINO DEL HOMBRE y fue redactado desde el mes de septiembre de 1932, Zuloaga es ante todo, un filósofo, y su visión totaliza vastas experiencias espirituales." <sup>11</sup>

De los próximos artículos que analizaremos, varios son de este autor y su forma de escribir, su concepción del mundo y sus ideas científicas tendrán características muy peculiares.

Este escrito sigue la secuencia de los anteriores. Los temas que desarrolla son los siguientes: La Revolución Industrial y sus consecuencias y Cómo superar la Crisis de la Tecnocracia. Acerca de lo primero, refiriéndose a los problemas ocasionados por la industrialización llevada a sus máximas consecuencias, dice:

"Por supuesto que no hay que culpar a la ciencia, ni menos aún a los bien intencionados inventores, de tales resultados; no hay que culpar sino a esa cruda primitividad del espíritu humano,...El uso absurdo que se ha hecho de las máquinas en los ciento y pico de años que llevan de existir es cuento viejo, y se le puede resumir en un ejemplo sencillo." <sup>12</sup>

Se da como ejemplo la máquina de coser que al inventarse se pensó para aminorar el trabajo de las amas de casa y que al final fue usado para que miles de éstas cosieran (para otras personas), y que el mismo trabajo las enfermara.

Con respecto a las consecuencias del sistema económico que originó la Revolución Industrial se menciona:

"Fue este tipo de máquina (auxiliar) la que ocasionó la revolución industrial, cuyos hijos de aspecto tan disímil pero en espíritu tan gemelos, son el neocapitalismo antropófago y el truculento radicalismo de Marx." <sup>13</sup>

Se observa aquí que los Tecnócratas no se pronuncian a favor de ninguno de los sistemas económicos existentes, sino por una Nueva Economía. Particularmente, en México, es Zuloaga quien se manifiesta de esta manera;

siente a la Tecno**cracia** no como algo ajeno, él está involucrado en esa forma de pensar.

A continuación, expondré la manera para superar la Crisis, que propone D. Pedro Zuloaga.

"Y cuando hayamos sacudido la esclavitud de esa necesidad, caerá también el exagerado prestigio que hoy tienen a nuestros ojos los bienes materiales. Lo que se impone es una completa revaluación; se impone que retiremos el énfasis de los valores materiales (que, aparte de la necesidad antes mencionada, son valores ficticios) y lo pongamos en los valores reales, a saber, los que contribuyen al enriquecimiento de la personalidad; que substituyamos el interés adquisitivo por el cognoscitivo y el ético y el estético; que desdeshemos las exterioridades y cultivemos la vida interior." <sup>14</sup>

En el párrafo anterior es manifiesto lo mencionado anteriormente sobre Zuloaga, cualquier explicación la lleva a terreno filosófico, y dentro de éste se pronuncia antimaterialista.

Para terminar con lo que es el tema de la Tecno**cracia** en sí, mencionaré la autorreferencia que El Nacional hace sobre dicha cuestión.

"EL NACIONAL, convertido en un foro, se complace en haber suscitado este movimiento." <sup>15</sup>

Independientemente del tema hasta aquí tratado, en el periódico aparecen publicados algunos artículos que hacen referencia a fenómenos sociales y económicos, que de alguna manera están relacionados con la Tecno**cracia** y, por lo mismo, he decidido incluirlos en este subtema; dichos artículos no tratan exclusivamente los temas antes señalados, así que aparecerán también en comentarios y referencias de otros subtemas.

El artículo que analizaré a continuación, fue escrito el 24 de octubre por el Ing. Ricardo Monges López, quien fuera el primer Director de la Facultad de Ciencias. El artículo trata los siguientes aspectos: Necesidad de hacer equitativa la riqueza y el trabajo entre los seres humanos, El Capitalismo como nuestro sistema, Los científicos dentro del marco social, Marx y el Comunismo, Las máquinas solución de la producción; La ciencia, el perfeccionamiento de las máquinas y la garantía de una vida con menos trabajo; La ciencia y el descubrimiento de las leyes que rigen los fenómenos sociales.

A pesar de que algunos temas son comunes a los relacionados con la Tecno**cracia**, la manera de tratarlos es diferente, por ejemplo, respecto a la ciencia y las máquinas, el Ing. Monges López comenta:

"Día a día la ciencia irá descubriendo otras verdades de la naturaleza y con el auxilio de ellas se podrán construir máquinas más y más perfectas, y no está lejano el día en que el hombre pueda producir todo lo que necesite para satisfacer no sólo sus necesidades materiales sino todas las demás que le sean útiles." <sup>16</sup>

Una característica notable de esta publicación, en relación con las anteriores, es que empieza a hablar de la ciencia como algo más metódico, más cercano a

la realidad, más ubicado dentro de la sociedad mexicana; como ejemplo adviértanse los siguientes comentarios:

"El hombre es grande tan sólo por su inteligencia; y por medio de ella y una labor metódica de observación y razonamiento ha logrado descubrir algunas de las leyes que rigen los fenómenos naturales, dentro de los cuales se encuentran comprendidos evidentemente los humanos;... si seguimos cultivando la ciencia con ahínco, no está lejano el día en que logremos descubrir las leyes que gobiernan los fenómenos sociales, pero estas leyes no las descubriremos totalmente sino hasta que descubramos las que rigen los fenómenos físicos, biológicos y psíquicos que le sirven de base, ya que el fenómeno social es un fenómeno de la naturaleza y no puede estar regido por otras leyes que no sean las físicas, las biológicas y las psíquicas aplicadas a los conglomerados humanos." 17

Aquí, se puede ver claramente que las ciencias sociales se pretendía fueran tratadas exactamente de igual modo que las ciencias naturales o exactas, usando el método científico con todo su rigor, se pensaba que las ciencias sociales llegarían a ser universales como las otras ciencias.

Otro aspecto digno de ilustrarse es el de la función que desempeñaban los científicos dentro del sistema social, del cual se dice:

"Los hombres dedicados al estudio, a la investigación científica, a la educación y la enseñanza de las masas populares, al bienestar social, etc., no reciben sino una ínfima parte de riqueza, casi como limosna para que no mueran de hambre, y esto resulta así, no porque su trabajo no sea útil al conjunto humano, sino porque no están directamente dedicados a producir riqueza comercial que pueda valuarse en el mercado en pesos y centavos." 18

Esta es una crítica muy fuerte a las condiciones en que viven los investigadores y profesores en el país, a la poca importancia que se les daba; pone de manifiesto la necesidad de considerarlos, de darles un papel dentro de la economía nacional. Esto, como es bien sabido, no ocurrió y las consecuencias aún se viven en nuestro país.

Para terminar esta subsección del capítulo, me referiré a un artículo publicado el 21 de noviembre, escrito por D. Pedro Zuloaga y que se titula Saber y Utilidad, respecto al tema aquí tratado no es mucho lo que se menciona, básicamente existe una idea relacionada con esto, que sugiere que el científico debería ser un dirigente, de lo cual dice:

"El hombre de ciencia vale, no por lo que es, sino por lo que representa; su búsqueda desinteresada y su devoción a la Verdad lo convierten ipso facto en el único digno, y a la vez el único capacitado para guiar y dirigir." 19

Este comentario podría sugerir el interés político que pudieran haber tenido los científicos, ya que no hay más referencias al respecto dentro de las publicaciones de El Nacional, se puede únicamente dejar como una idea abierta, para futuras investigaciones. Por ahora pasemos a otro tema relacionado con la ciencia, que tuvo publicaciones en el periódico.

## CIENCIA Y UNIVERSIDAD

Entre los temas que se desarrollaron en los artículos de El Nacional, este fue trascendente; en él se tratan: la Necesidad de hacer ciencia en la Universidad, los valores científicos mexicanos, el Renacimiento Científico; se anuncia el proyecto de la creación de un Instituto de Investigación Científica y de una Facultad de Ciencias.

La mayoría de los artículos relacionados con la Universidad fueron escritos por el Ing. Ricardo Monges López, quien mencionó en el informe que presentó en la Facultad de Ciencias al finalizar sus actividades como Director en 1946 que:

"En el año de 1933 el Ingeniero Ricardo Monges López publicó en uno de los diarios de esta Capital, una serie de artículos dedicados a hacer ver la importancia de la investigación científica y técnica en el progreso de las naciones y posiblemente debido a estas publicaciones, el Lic. Don Manuel Gómez Morín, cuando se hizo cargo de la Rectoría, lo llamó a colaborar en la reorganización de los estudios científicos y técnicos de la Universidad." <sup>20</sup>

De aquí la importancia de las publicaciones de El Nacional. Particularmente, considero que muchos escritos fueron fundamentales, pero creo también, que las publicaciones del Ing. Monges López no fueron las únicas importantes; es preciso tomar en cuenta a los otros autores como Agustín Aragón Leyva y D. Pedro Zuloaga, que con diferentes estilos, trataban todos un mismo tema: la ciencia.

El primer artículo que aparece en El Nacional, escrito por el Ing. Monges López tiene fecha 11 de abril, su título: La Nueva Orientación Filosófica. Como lo sugiere el nombre se manejan en él algunas relaciones entre ciencia y filosofía; pero también se hacen los primeros anuncios de que se profesionalizará la ciencia en México.

"...se hacen ya gestiones para que se funde en México un laboratorio de investigaciones científicas, y un grupo de jóvenes entusiastas al lado de sus profesores se adiestra en la parte más difícil de esta labor, que es el manejo de ese poderoso instrumento de investigación que se llama "las matemáticas". Asistimos a un Renacimiento." <sup>21</sup>

Otro aspecto que maneja la publicación es el interés que comienza a haber por la ciencia en México. Se hace mención de algunos científicos de la época que eran conocidos por los intelectuales mexicanos.

"Esta nueva orientación filosófica va poco a poco abriéndose paso en nuestra patria. Nuestros más ilustres pensadores ávidamente leen las obras filosóficas de Eddington, de Jeans, de Planck; están al tanto de todos los progresos de la ciencia; se enteran con profundo interés de las nuevas teorías cosmogónicas de Einstein y de Lemaitre; estudian la moderna alquimia salida de los laboratorios científicos ingleses; asisten en masa a escuchar las conferencias sobre la radiación cósmica que nos dan los

experimentadores como Compton y los matemáticos como Sandoval Vallarta, y por todas partes se nota el interés por estos estudios y por estos descubrimientos." <sup>22</sup>

En el párrafo anterior se menciona un punto clave para el interés de la ciencia en México, una influencia que ejercen investigadores de Universidades de otros países en los intelectuales mexicanos ya sea, como en el caso de Manuel Sandoval Vallarta mexicano que estudió en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, u otros , como Compton, que vino a realizar estudios de investigación sobre los rayos cósmicos invitado por D. Manuel. Pero el hecho es que la influencia externa tuvo peso para que existiera el interés por la ciencia.

El Ing. Monges López también se refiere al interés popular por la ciencia, en un artículo que con este nombre fue publicado el 13 de mayo.

"...para la mayoría de los hombres, los descubrimientos científicos sólo llaman su atención cuando vienen a modificar de algún modo sus nociones fundamentales sobre la naturaleza, en que se basan sus creencias, o cuando sirven de base a un invento o a una obra que modifica su vida material." <sup>23</sup>

Por otro lado, se habla del Renacimiento Científico, esto se refiere al resurgimiento de la ciencia, lo que quiere decir que se reconoce que hubo ciencia en México durante alguna época y que existió un lapso en el que no se cultivó la ciencia, o al menos no en forma regular. El artículo que trata este tema fue escrito por Agustín Aragón Leyva el 21 de junio; sobre la presencia científica en la Historia de México dice lo siguiente:

"El mexicano, en medio de las más diversas influencias culturales ha mostrado, desde los tiempos coloniales, expresa tendencia a la realidad científica. Estudiemos a Clavijero, a Alzate, a Sigüenza y Góngora y veremos su ansia por lo comprobable, lo universal, lo que corresponde al NOSOTROS. Es una actitud de supervivencia." <sup>24</sup>

Esta última frase dice mucho, la ciencia para México se convierte en un modo de subsistir, se advierte que tenemos como vecino a una potencia científica, los Estados Unidos, se nota ya que ocuparía el primer lugar en progresos científicos y desplazaría a Europa, es una necesidad no quedarse atrás. Como ejemplo de lo que se pensaba del exterior y lo que se creía de México se tiene:

"El mundo americano, Nuevo Mundo, es un receptáculo, un crisol en el que se aquilatan y refinan los pensamientos de la mente europea." <sup>25</sup>

La referencia anterior se hace con respecto a los Estados Unidos, en cambio, con respecto a la cultura en México, lo que se dice es que no se han hecho aportaciones en la última época, no obstante que México es una nación de cultura occidental:

"La posición de México en el panorama de la cultura es lateral y, en repetidas ocasiones, por efecto de un desdoblamiento fácilmente explicable, la de un mero espectador, atento a los múltiples cambios que se han venido sucediendo en las épocas revolucionarias de rectificación y cambio." <sup>26</sup>

"...se puede anticipar que la cultura en México ha sido siempre un cuadro completo y en el que ha existido la aspiración al orden, al equilibrio y a la armonización cabal de todos los conflictos mentales que son inherentes a nuestra singular naturaleza de nación occidentalizada." <sup>27</sup>

También se refiere a la imagen que México tiene en el extranjero en el aspecto cultural, diciendo lo siguiente:

"Y en este vasto nuevo mundo, México aparece únicamente cómo un eslabón, sin importancia central ni papel orientador alguno. Es más, no sólo se piensa que México no ha podido dar orientación alguna al exterior, sino que ha sido incapaz de orientarse a sí mismo, teniendo que importar ideas y doctrinas, sistemas y métodos."<sup>28</sup>

En el artículo se trata el Renacimiento científico desde dos aspectos, a saber: en el ámbito mundial, como partícipes de los vertiginosos avances que la ciencia tuvo principalmente a principios de este siglo; en el medio nacional como la reincorporación de la ciencia en las actividades intelectuales profesionales. Referido al primer aspecto está el siguiente párrafo:

"Que existe en la actualidad un formidable renacimiento científico en todos los centros intelectuales del mundo, es un hecho innegable cuya confrontación puede lograr cualquiera, examinando la prensa minorista de Europa y de América. Tema de nuestro tiempo es el de la ciencia, tras de una larga etapa en la que estuvo descartado, por exigencias espirituales que lindaban con la puerilidad o con la soberbia mental del hombre que no puede resignarse, en el corto suspiro de una vida, a ser no solamente más que una bestia sino igual a los dioses, es decir, a saberlo todo, a comprenderlo todo, a borrar de su camino enigmas, dudas y problemas." <sup>29</sup>

Particularmente con respecto al Renacimiento Científico en México se hace referencia, de nuevo, a Sandoval Vallarta quien era el representante científico más significativo que tenía México, el único que en físico-matemáticas había logrado destacar a nivel mundial, de él se escribió:

"Toca a México su parte singular en esta obra, pues nuestro insigne cosmólogo SANDOVAL VALLARTA, ha puesto una de las claves con su luminosa Teoría de las Radiaciones Cósmicas, la cual ha SIDO HASTA AHORA COMPROBADA EN LAS EXPERIMENTACIONES REALIZADAS EN NUESTRO PAÍS POR FÍSICOS NORTEAMERICANOS." <sup>30</sup>

Existe una manera muy particular de acoger el Renacimiento, al menos Aragón Leyva lo tomó con gran entusiasmo como si adquiriera un sentido diferente la forma de ver la vida.

"El Renacimiento Científico promueve un renacimiento de la alegría de vivir, del optimismo, del ser con un fin, que habíamos perdido precisamente con los golpes que a nuestra confianza vital daba la misma Ciencia con su duda, su relativismo, su actitud escéptica. "Ya la duda no nos atormenta -dice Jeans, y su papel es sólo ahora el de un higienizador de la mente" Hacia un gran destino marcha nuestra especie, destino que no veremos cumplido los coetáneos; pero cuya iniciación presenciamos." <sup>31</sup>

**Un nuevo escrito de Aragón Leyva, con fecha 18 de julio y titulado De la Historia de la Ciencia, en donde se habla de la necesidad del estudio de la disciplina antes mencionada, del estudio científico en los países con más desarrollo y se retoma México dentro de este contexto.**

**"México, adelantado tantas veces a su tiempo, hace más de un tercio de siglo que instituyó en la Preparatoria la enseñanza de la historia de las ciencias, la cual fue abandonada por escaso interés de los alumnos." <sup>32</sup>**

**En esta ocasión cuando se refiere a más de un tercio de siglo, está hablando de fines del siglo pasado y principios de este, cuando se comenzaba a gestar el interés por la ciencia en sí misma, pero cuando no era una realidad generalizada. Prueba de esto será la falta de interés de los alumnos a la que se refiere.**

**El siguiente artículo que analizaré apareció en El Nacional el 25 de julio, tiene una peculiaridad, no aparece el nombre del autor y, a diferencia de los otros artículos que tienen un espacio definido en el periódico, este se encuentra en la misma página pero en una columna diferente (probablemente se trate de el editorial). El título del escrito es Los Valores Científicos Mexicanos y se refiere, básicamente a D. Manuel Sandoval Vallarta, a quien he mencionado con anterioridad y a quien se refiere del siguiente modo:**

**"Vive nuestro sabio matemático en los Estados Unidos, trabajando en el seno de una institución científica que ha sabido apreciar su enorme potencialidad para el cálculo y los problemas matemáticos. Debemos decir que Sandoval Vallarta es considerado como el tercer matemático de los que viven entregados a esa especulación en los Estados Unidos; que ha corregido algunos cálculos del eminente sabio alemán Einstein y que sus lucubraciones, en el campo de la cosmología, han logrado despertar un general interés en el mundo científico europeo." <sup>33</sup>**

**Se menciona también que Sandoval Vallarta fue invitado a en 1930 a dar una serie de conferencias en la Facultad de Ciencias Químicas y que su Director el Ingeniero Roberto Medellín le otorgó una medalla por sus triunfos científicos; más adelante fue nombrado profesor de la Facultad de Filosofía y Letras, Ingeniería y Ciencias Químicas, nombramiento aprobado por el Consejo Universitario. Esto manifiesta el reconocimiento que Sandoval Vallarta tenía en México, considero que su ejemplo también influyó en el deseo de hacer ciencia en el país, D. Manuel personificaba la posibilidad que los mexicanos tenían de hacer ciencia; pero a la vez representaba una forma de trabajo en diferentes condiciones, pues él no se había desarrollado académicamente en México, esto agudizaba la necesidad de tener las condiciones nacionales para hacer ciencia, este comentario puede ejemplificarlo:**

**"Quisiéramos para este valor científico indiscutible, y para otros muchos que pasan inadvertidos en nuestra vida cultural, por más que sus trabajos los harían en otras partes acreedores a un honor nacional, quisiéramos -decíamos- una muestra de comprensión**

más amplia que la que pueden darles solamente los más altos exponentes de nuestra ciencia." <sup>34</sup>

Las difíciles condiciones para aquellos que quisieran dedicarse a la ciencia también se mencionan y están ilustradas en el próximo párrafo:

"...el señor Sandoval Vallarta, nos ha dado tema para analizar, aunque sea de modo breve, la vida de nuestros hombres de ciencia aquí en el país de su origen; la incompreensión en que pasan su existencia laboriosa y el poderoso carácter y la abnegación de que están dotados para no desmayar ante la poca atención que se les concede." <sup>35</sup>

Y después de mencionar las condiciones de los científicos mexicanos, se trata de la consideración que la Universidad está haciendo para crear los Institutos Científicos:

"Aquí, entre nosotros, no descansaremos en la campaña de abrir a nuestros estudiosos, en cualquier rama de la ciencia o del arte, las posibilidades para que den vida a sus pensamientos. Mucho se espera ahora de la atención con que la Universidad actual está considerando estos esfuerzos y del apoyo decidido con que alienta la labor de sus Institutos Científicos. En estos centros, animados de un intenso trabajo, deben elaborarse las verdades que sirvan de orientación a nuestro país en cada uno de sus problemas. En ellos se concentran pequeños grupos de hombres ambiciosos de conocimientos, y abnegados hasta el más sobrio desinterés, a cumplir con la misión obscura y trascendental que su propio destino les ha confiado. Muchas veces sus trabajos quedan punto menos que ignorados, y su nombre, que debiéramos ensalzar de mil maneras, apenas es recordado, de cuando en cuando, por el pequeño núcleo de fieles devotos que prosiguen su obra." <sup>36</sup>

Se está siguiendo un patrón al hablar de la importancia de la ciencia, refiriéndose a ésta en general y particularizando que en México puede haber científicos de talla internacional, haciendo énfasis en que sin las condiciones para hacer ciencia el país estará atrasado.

Regreso, una vez más, a un artículo del Ing. Monges López, publicado el 22 de agosto y con título: La Unidad de la Ciencia; en él se desarrollan los siguientes temas: la necesidad de Institutos de Investigación, la falta de apoyo en México para hacer ciencia, la manera como los políticos del mundo apoyan a la ciencia y, por último, se anuncia que se está estudiando la posibilidad de fundar un Instituto de Investigación Científica. Todos temas muy directos, cuyo fin es, claramente, convencer a las autoridades de que consideren la posibilidad de destinar una parte del presupuesto universitario a la investigación científica.

Una realidad que era fundamental mencionar era la falta de apoyo para la investigación científica en México, de la que se comenta lo siguiente:

"Desgraciadamente en nuestro país la investigación científica muy poco ha sido cultivada. Poco o casi nada hemos dado al mundo en cambio de lo mucho que hemos recibido, pero no por falta de hombres capaces de ser investigadores sino porque no ha habido laboratorios de investigación, ni ayuda ni protección para los que estudian. En Europa se honra y estima a los hombres de ciencia, en Estados Unidos se les ayuda y

recompensa, mientras que entre nosotros ni se les honra, ni se les estima, ni se les ayuda, ni se les recompensa; aquí el hombre de ciencia ha vivido ignorado, pobre y despreciado y sólo cuando muere, se le dedican oraciones fúnebres y tardíos elogios dentro de un recinto de alguna sociedad científica." <sup>37</sup>

Como observación al margen hago el siguiente comentario, en la cita anterior se refiere a la falta de espacios propios para hacer ciencia, recuerdo al lector que existían en México establecimientos científicos desde fines del siglo pasado, pero las condiciones en que encontraban éstos no eran buenas, distaban mucho de ser un verdadero apoyo para la investigación.

El Ing. Monges López aprovecha la comparación con los países europeos y con Estados Unidos para referirse a la forma como los políticos de esas naciones tienen una postura de apoyo para la ciencia, lo cual manifiesta que tienen actitudes inteligentes. Puede leerse el siguiente párrafo para ejemplificar:

"Por eso los verdaderos estadistas que fabrican el futuro inmediato de los pueblos comprenden y aprecian en su verdadero valor a estas instituciones, así sean ellos conservadores como los franceses, imperialistas como los ingleses, capitalistas como los americanos o fascistas como los italianos. Hasta en el sagrado recinto de la religión o en el férreo reinado del comunismo se estima y ayuda a los investigadores de la ciencia, como lo demuestra el laboratorio de Marconi establecido en el Vaticano y los numerosos laboratorios de investigación que existen en las Repúblicas Soviéticas." <sup>38</sup>

Después, el autor menciona que los políticos mexicanos también se han dado cuenta de la necesidad de la ciencia, de esta manera los internacionaliza, los pone en la categoría de los mejores políticos; lo cual escribe de la siguiente manera:

"Afortunadamente, para las generaciones futuras, se ha iniciado un halagador cambio en nuestro medio. Ya la mayoría de nuestros intelectuales se ha dado cuenta de que la verdadera cultura debe basarse en la ciencia y de que si queremos tener una verdadera civilización tenemos que ayudar a los hombres que se dedican a la investigación. También nuestros directores políticos se han dado cuenta de esta necesidad y de la importancia que tiene para la mejor resolución de los problemas sociales la unificación e intensificación de esta clase de estudios y por eso están estudiando actualmente la manera de fundar en México un instituto de investigaciones semejante a los que existen en Estados Unidos y en Europa." <sup>39</sup>

El siguiente escrito por analizar, fue publicado el 19 de septiembre, bajo la pluma de Agustín Argón Leyva, lleva por nombre: Conocimiento de nuestro medio; en él se tratan los puntos siguientes: La falta de conocimiento de México por los mexicanos no es una novedad sino una característica, la existencia de la ciencia en México (en condiciones precarias), el desconocimiento de México en el extranjero y las condiciones difíciles de los investigadores en el país.

El desconocimiento de México se había notado mucho tiempo antes de que los artículos aquí analizados fueran publicados, de hecho, la fundación de la Sociedad de Geografía y Estadística en 1833 obedece a esta razón, sobre esto D. Agustín Aragón dice lo siguiente:

"Hace poco veía en las primeras páginas de una eficiente obra que acaba de publicarse con el nombre de México Económico, un pensamiento que seguramente parece nuevo a sus autores y que sigue siendo a pesar de todo una realidad, después de un siglo de haber sido formulado. Dice el tal, que hay una ignorancia enorme de nuestras condiciones y que mientras ella perdure, difícil será abarcar el horizonte de nuestras propias angustias. Esta idea fue expresada clarísimamente hace cien años por el puñado de patriotas que con armas intelectuales fundó en 1833 la benemérita Sociedad de Geografía y Estadística cuyo cometido no era académico sino el de construir con datos precisos y con estadísticas completas, el verdadero cuadro histórico mexicano y no el que cualquier buena imaginación, desde su poltrona, puede esculpir con el cincel de cualquier buen humor." 40

No hay que menospreciar el hecho de que había ciencia en México, y no con pocos años de antigüedad, las condiciones en que estaban los científicos, la cantidad de investigaciones científicas que había (que eran pocas), no constituyen un impedimento para decir que en México había ya científicos, y esto es trascendente, pues los antecedentes permiten la formación de un aparato de investigación científica. Los comentarios de Aragon Leyva al respecto son:

"De México se ha estudiado sistemáticamente, con los mediocres elementos de la pobreza y de la falta de estímulo, su constitución geológica, su configuración fisiográfica, su flora y fauna, los sistemas de distribución de las aguas, sus litorales y montañas, la génesis de sus más importantes regiones y las posibilidades principales de explotación. Del factor humano se han trabajado todos los aspectos y la filología precortesiana, la etnografía general y otras ramas de acción concedora del medio, se han ejercitado con mucho entusiasmo y con apostolado, aunque con medios que no han variado substancialmente de los que usaron Clavijero, Alzate, Góngora, Del Río y otros, es decir, con medios ínfimos, aunque las necesidades de quienes en ello trabajan sean ahora veinte veces por lo menos más numerosas que las de aquellos próceres." 41

Se vuelve a abordar el tema tan tratado en todos los artículos de El Nacional, las difíciles condiciones de los científicos, y cuando se tiene tal insistencia, no es por otra razón que, por la necesidad real que existe, tal es el caso de las referencias que se hacen de las condiciones de la investigación. He querido poner todos los argumentos en forma textual, para no quitarles ni un ápice de su contenido, para no cambiar su sentido en lo más mínimo, en este caso la reflexión es la siguiente:

"Si a esta letal indiferencia propia y extraña por lo que se ha conquistado se une la no menos tétrica con que acoge la sociedad a los investigadores mexicanos, no es una sorpresa el sentir que vivimos en un país que desconocemos y que después de un siglo, la realidad de los fundadores de la Sociedad de Geografía siga siendo brutalmente trágica. ¿El Estado? No, seguramente que no. La sociedad es la culpable, pues, ¿cuándo se ha visto que nuestra sociedad, por medio de sus elementos más pudientes, subvencione la obra del investigador como acontece en E.U.A. y en Europa? ¿Cuándo hemos tenido entre nosotros Mecenas para los hombres de estudio? Ni siquiera un aplauso, el estímulo de la cordial acogida. El premio de la vida intelectual que descubre y crea... ES EL SILENCIO." 42

Después del terrible panorama que nos deja este artículo, el siguiente se refiere al desconcierto que en el área científica originó la autonomía universitaria; es ya el penúltimo artículo concerniente al tema, su título La Labor Científica de la Universidad, fue publicado el 20 de octubre, un día antes de que fuera aprobada por la Cámara de Diputados la autonomía absoluta de la Universidad, este escrito tiene las mismas características que el artículo de Los Valores Científicos, no tiene firma de autor. Los temas que trata con detalle son: La autonomía, planteamiento de reorganización de la Universidad a partir de su autonomía, el presupuesto y una propuesta para volver al Estado los Institutos de Investigación Científica para garantizar su supervivencia.

Es interesante lo que se menciona acerca del presupuesto de la Universidad que ya se consideraba insuficiente, pero que abría la perspectiva de la cooperación de los universitarios y de una buena administración para que la Universidad pudiera subsistir, la forma como se trata este tema es:

"Aunque no es punto de discusión la liberalidad con que el Estado ha resuelto dotar a la Universidad, muchos de sus elementos representativos consideran que la dotación de diez millones de pesos, para vivir de sus productos es insuficiente para que la Universidad desarrolle sus trabajos; otros piensan que si se logra formalizar una sabia administración y en todo el organismo se generaliza un espíritu propiamente universitario de cooperación, de laboriosidad y de patriotismo, bien pueden esos millones permitir que cuando menos, las actividades esenciales de la Universidad prosigan adelante." <sup>43</sup>

Respecto a la propuesta sobre los Institutos de Investigación Científica, hay dos citas que manifiestan el miedo a los problemas económicos que pudieran amenazar la subsistencia de dichos Institutos, la primera de las referencias dice:

"De este cuadro queda fuera lo que constituye la labor científica de la Universidad, o sea sus institutos de investigación, la mayor parte de los cuales estaban creados ya al establecerse su ley orgánica, pero que le fueron incorporados entonces, y ella los aceptó con el propósito de impulsarlos y de hacer obra valedera con ellos. En estos institutos, que por ahora son el de Ciencias Biológicas, el Geológico y los dos más recientes de Investigaciones Sociales y de Investigaciones Lingüísticas, ha venido realizándose, en relación con los elementos de que disponen, una labor que tiene valor dentro de la ciencia mexicana y que es apreciada por los institutos similares de otros países y aborda problemas de investigación científica cuyos resultados interesan a toda la nación." <sup>44</sup>

Quien haya escrito este artículo no era un concededor de la Universidad, ya que omitió al Observatorio Astronómico Nacional y a la Biblioteca Nacional que fueron incorporados a la Universidad como Institutos de Investigación.

La otra cita en referencia al temor de no subsistencia, es la siguiente en la que, de hecho, se hace la propuesta para que los institutos dejen de pertenecer a la Universidad y comiencen a trabajar con capital público en forma independiente, de lo cual se dice:

"Es de temerse que, en esta marcha inicial de la nueva Universidad, en que los recursos materiales, si bien amplios, no son ilimitados, por atender a las funciones de la enseñanza, como primarias e indispensables, se deje a la científica de los institutos sin apoyo suficiente para que realicen lo que no han realizado durante el tiempo en que la Universidad los ha regido. En este caso, y aún a riesgo de privarla de una labor que le corresponde por naturaleza, sería un alivio para la economía universitaria que el Estado tomará a su cargo esta delicada empresa, restituyendo a la Administración Pública los Institutos que antes figuraban en ella e incorporando los nuevos, para poder darles un desarrollo satisfactorio, y con vistas más amplias de los intereses nacionales, en la labor que cumplen." <sup>45</sup>

El artículo culminante, para finalizar esta subsección, fue escrito por el Ing. Monges López, su título: El Problema Científico de la Universidad, publicado el 31 de octubre; los puntos que trata la publicación son: necesidad de la enseñanza de las ciencias en la Universidad (preparar profesores e investigadores), la enseñanza insuficiente de las ciencias en la Facultad de Filosofía, falta de recursos especializados en ciencia (particularmente en física moderna), la visita a México de investigadores de Estados Unidos y, el punto central, la importancia de una Facultad de Ciencias.

En 1933, como se vio en el capítulo anterior, no se hacía ciencia en forma en México, aunque las condiciones estaban prácticamente dadas, con respecto a la enseñanza de las ciencias en la Universidad el Ing. Monges López dijo:

"Para que nuestra Universidad pueda considerarse como de primer orden, equiparable a las universidades americanas y europeas, es necesario que se imparta en ella la enseñanza superior de las ciencias, debidamente coordinado con la investigación, que debemos desarrollar al máximo de nuestras posibilidades...la enseñanza superior científica casi no se imparte en nuestra Universidad y a la investigación no se le fomenta ni se le desarrolla en la misma proporción que en las universidades americanas y europeas." <sup>46</sup>

El Ing. Monges López utilizó, de nuevo, la comparación con el extranjero para acentuar la necesidad de ciencia; es un hecho que el planteamiento del ingeniero fue digno de consideración para las autoridades universitarias, la muestra clara, fue su nombramiento como primer Director de la Facultad de Ciencias seis años más tarde.

El enfoque de este artículo es diferente a los anteriores, se había planteado la necesidad de centros de investigación, en esta ocasión se retomó desde otra perspectiva la necesidad de la enseñanza de las ciencias; en 1933 sí había cursos de física y matemáticas, pero eran aislados, no formaban una carrera, estos cursos se impartían en la Facultad de Filosofía, sobre esto manifestó:

"En nuestra Universidad no existe una Facultad dedicada a las ciencias. En la facultad de filosofía y letras existe, como algo muy secundario, una Sección IV llamada de Ciencias, que no cabe dentro de las disciplinas filosóficas y literarias que son propias de esa Facultad. Basta ver los programas de estudio de esta Sección IV para darse cuenta de que la finalidad de ellos es tan sólo de cultura general, sin tener en cuenta ni la

investigación científica, ni la alta misión de ayudar al profesorado a elevar sus conocimientos." 47

Es precisamente este último comentario otro punto de apoyo para lo que dijo el ingeniero, la necesidad de un lugar especial donde formar a los investigadores y, más aún, a los profesores que constituyen el pilar para la cultura científica. Al respecto dijo lo siguiente:

"Si queremos tener institutos de investigación, debemos poseer una Facultad donde se hagan los estudios necesarios para llegar a ser un investigador; si queremos tener profesores de física, de química, de matemáticas, de biología, etc., que estén al tanto de los últimos progresos de la ciencia que cultivan, es necesario que exista una Facultad donde puedan esos profesores perfeccionar sus conocimientos; y por último, si queremos que a nuestra Universidad se le considere como el más alto exponente en nuestro país de la cultura, es indispensable que cuente con una Facultad donde se imparta la enseñanza de las ciencias." 48

Después el Ing. Monges López se refirió a la necesidad de la Facultad de Ciencias, a pesar de los problemas económicos por los que atravesaba la Universidad, ya que las ciencias son las que podrían resolver a futuro cualquier problema del ser humano, a esto último me referiré en las siguientes subsecciones, de la Facultad de Ciencias dijo:

"Actualmente es absurdo concebir una Universidad sin una Facultad de Ciencias como en la antigüedad lo hubiera sido, sin una Facultad de Filosofía y Letras. Si por economía fuere necesario suprimir dentro de nuestra Universidad una Facultad, no debe de ser la de Ciencias la sacrificada, porque la ciencia tiene como finalidad el descubrir todas las leyes que rigen los fenómenos de la naturaleza, ya sean del orden físico, biológico o psíquico, y este fin es importantísimo porque cuando se logren descubrir estas leyes quedarán resueltos todos los problemas humanos." 49

Por último, para finalizar el tema, lo más importante, el logro del objetivo fundamental: se anunció que se había considerado la creación de la Facultad de Ciencias, tan necesitada, tan solicitada. Patrimonio que nos dejaron los intelectuales de la época. El anuncio que se publicó fue el siguiente:

"Al terminar este año, la reorganización de la Universidad, ha considerado la creación de la Facultad de Ciencias, que era tan inexplicable no existiese y la de los laboratorios de investigación científica; estas tendencias demuestran un positivo avance, una orientación mejor y el cumplimiento de una necesidad imperiosa. La sociedad mexicana debe cooperar al progreso de esta actitud y principalmente los industriales que deben considerar que sin laboratorios no se podrán formar buenos técnicos en nuestras escuelas." 50

Como se vio en el capítulo anterior, la Facultad de Ciencias no se fundó inmediatamente sino hasta fines de esa década; sin embargo lo que sí comenzó a funcionar poco tiempo después de escritos los artículos fueron los Departamentos de Ciencias de la Universidad, que constituyeron el primer paso concreto de las autoridades para la creación de la Facultad. Es importante

hacer notar que el concepto de Facultad de Ciencias en 1939 no era el mismo que se tiene ahora, en aquella época era concebida como una agrupación de escuelas que impartían carreras científicas.

Así, después de hacer el análisis de este tema puede verse que uno de los aspectos que influyó de una manera relevante para que existan hoy una Facultad de Ciencias e Institutos de Investigación Científica en Física y Matemáticas en la Universidad fue la necesidad que manifestó un grupo de intelectuales a través de un medio de comunicación. Lo cual tuvo su culminación en una realidad que ha sobrevivido hasta nuestros días, que se ha consolidado en varias instituciones que formaron y siguen formando a los científicos de nuestro país.

## CIENCIA Y FILOSOFÍA

En este tema se tratarán algunos puntos de vista filosóficos sobre la ciencia, obviamente a través de los artículos publicados en El Nacional, los diferentes autores, que serán los mismos que hasta el momento se han referido, tendrán diferentes posiciones filosóficas; al principio pareciera que no hacen distinción entre ciencia y filosofía, lo cual a través de la evolución de los artículos se irá viendo como se transforma. Por otro lado se mencionará la Filosofía Positivista que, como se dijo en el capítulo I, influyó en los intelectuales mexicanos teniendo como primera manifestación el interés que comenzaron a tener en la ciencia, se hablará también del Materialismo, del cual será acérrimo crítico Pedro Zuloaga, quien tendrá una forma muy particular de apreciarlo; esto constituirá a grosso modo el contenido de esta parte del trabajo.

Como primer artículo mencionaré uno escrito por el Ing. Monges López titulado: La Unidad de la Ciencia, escrito el 22 de agosto, en el que hace referencia de la Filosofía basada en la Ciencia de lo cual escribió:

"...de estos centros de cultura que se llaman institutos de investigación están saliendo los verdaderos filósofos modernos cuyas meditaciones se basan, no en la fantasía más o menos rica de la imaginación humana, ni en las leyendas más o menos verosímiles de la tradición teológica, sino en el conocimiento real de la naturaleza, que poco a poco y tras de enorme esfuerzo se va elaborando dentro de esos mismos institutos. Esta nueva filosofía de la realidad es ya, y tendrá que seguir siendo en lo futuro, la fuente de todas las orientaciones del orden social, ya sean políticas ya económicas o de cualquier otra naturaleza. " 51

Este es uno de los trabajos en donde no es clara la diferencia entre filosofía y ciencia; de hecho se presenta a la ciencia como una nueva filosofía de verdades absolutas, indiscutibles. La ciencia es puesta como la panacea, esto se podrá apreciar en lo que resta de este capítulo.

En el artículo del 17 de agosto, escrito por D. Pedro Zuloaga, se da un punto de vista diferente al expuesto en el párrafo anterior, él considera a la filosofía como la parte débil de la ciencia, es conveniente aclarar que coinciden

**en un punto, la ciencia es lo máximo dentro del conocimiento, poseedora de verdades absolutas, en el artículo se menciona:**

**"Lo que en la ciencia cambia no son los principios ni las leyes; nada de lo que constituye su acervo de SABER positivo. Lo que cambia, y con frecuencia, son las superestructuras interpretativas o filosóficas que edificamos sobre sus datos (necesariamente incompletos en todo tiempo, puesto que la ciencia no es cosa concluida o acabada); superestructuras que obedecen a la natural impaciencia nuestra de "redondear" nuestro conocimiento del mundo. " <sup>52</sup>**

**Quiero hacer notar que se menciona ya el conocimiento positivo del mundo, el sustento de la filosofía científica, la ciencia está en todo, nunca se concluirá; pero solucionará todos los problemas del ser humano, por lo tanto, México tiene la necesidad de tener su propia ciencia, si quiere participar del progreso. Esta es la concepción de conocimiento positivo que tenían en esa época, lo que escribió el Ing. Monges López se puede tomar como ejemplo.**

**"...las nuevas conquistas científicas han abierto nuevos horizontes, nuevas orientaciones del saber, nuevos caminos que seguir y por los cuales se han ido, en la eterna conquista de lo desconocido los grandes paladines que como Einstein, Planck, Rutherford, Eddington, Jeans, Dirac, Heisenberg y Lemaitre, forman la avanzada exploradora tras la cual va una verdadera multitud guiada por una nueva fe: la de que por el camino de la ciencia, se llegará algún día a saber el "por qué", el "cómo" y el "para qué" de todo lo que existe, y que cuando lleguemos a conocer la naturaleza íntima de las cosas y las leyes que rigen todos los fenómenos podremos resolver todos nuestros problemas y alcanzar la felicidad verdadera." <sup>53</sup>**

**La publicación de donde fue tomado el párrafo anterior fue escrita el 11 de abril, su título: Una Nueva Orientación Filosófica, en él, además del comentario ya expresado se consideran algunos temas de importancia para la concepción filosófica, en relación con la ciencia, por ejemplo se hacen comentarios sobre la Filosofía Positiva como este:**

**"Hace apenas un siglo que otra orientación filosófica comenzó a desarrollarse...Esta nueva filosofía pronto ganó adeptos y a mediados del siglo pasado llegó a considerarse como la única y verdadera orientación filosófica de los hombres de ciencia. La nueva filosofía llamada positiva por Augusto Comte, por estar basada en el conocimiento científico, perdió muchos adeptos al finalizar el siglo XIX, no obstante que la ciencia que le sirve de base había ya comenzado una de sus épocas más brillantes con los nuevos descubrimientos físicos y la divulgación de sus principios." <sup>54</sup>**

**En el mismo escrito, el Ing. Monges López se refiere a la ciencia como la nueva orientación filosófica a la que se refiere el título. De hecho, la ciencia es considerada como una etapa en la evolución natural de la filosofía positivista y de algunas otras disciplinas, como lo sustenta el siguiente argumento:**

**"Por este nuevo camino...van los positivistas, los meta-físicos y los teólogos. En este grupo vemos judíos como Einstein, católicos como Lemaitre y libre pensadores como Eddington; vemos también matemáticos como Heisenberg, físicos como Planck y**

experimentadores como Rutherford; en fin, todas las filosofías, todos los conocimientos y todas las creencias están ahí representadas. Dentro de esta nueva filosofía todos los hombres se han unido para buscar la verdad, usando como arma de combate, la ciencia; como ilusión, la felicidad futura; como incentivo, ese anhelo infinito de saber y esa satisfacción profunda de ir paso a paso, pero firmemente, conquistando el misterioso campo de lo desconocido." <sup>55</sup>

Fue un hecho de gran trascendencia la aparente caída de la física clásica, una etapa de desorientación y la etapa de encrucijada para aquellos que aun eran positivistas en México, ¿cómo podrían seguir afirmando que la ciencia era una, que la ciencia era positiva? A esto se refirió el Ing. Monges López cuando expuso las consecuencias filosóficas de los nuevos descubrimientos científicos, lo cual se ilustra en el siguiente párrafo:

"...la teoría cuántica de Planck y la paradójica teoría de la Relatividad de Einstein, fueron los dos formidables arietes con los cuales se derrumbaron los, al parecer, inmovibles, principios de la ciencia clásica. La primera actitud del mundo ante esta obra, fue de una completa desorientación; por todas partes se leían comentarios contradictorios; las obras de divulgación lejos de ayudar perjudicaban porque sólo las entendían los que no necesitaban de esa divulgación; pero, poco a poco, la realidad se impuso y hubo que aceptar las teorías, que no contenían defecto alguno lógico y estaban de acuerdo con la experiencia." <sup>56</sup>

Y continua este artículo tratando la relación entre la ciencia clásica y la provisionalidad de los principios y se refiere también a la existencia de la verdad absoluta, dando feliz término a la explicación positivista de estos fenómenos científicos.

"... se analizó con más calma lo que había sucedido y se vio que las nuevas teorías no modificaban para nada lo que el hombre verdaderamente sabía y sólo rectificaban lo que el hombre había supuesto sin comprobación alguna; como resultado de este análisis se vino a saber que todas las leyes y las teorías de la ciencia no son sino explicaciones provisionales de la naturaleza, las cuales se aproximan más y más a la verdad, pero que no constituyen en modo alguno la Verdad absoluta tan deseada y tan buscada por el hombre..." <sup>57</sup>

El artículo del Ing. Monges López publicado el 13 de mayo, titulado: El Interés Popular por la Ciencia, que se había mencionado en la subsección Ciencia y Universidad, giró alrededor de los principios filosóficos que sustentaban la unificación de las ciencias, éstas se presentaban como la aspiración última hacia donde debía guiarse cualquier terreno del conocimiento, en él se decía lo siguiente:

"Para el filósofo moderno todas las ramas de la ciencia, es decir, del conocimiento humano sobre la naturaleza, son igualmente interesantes; pues la naturaleza es única y, por lo tanto, existe la firme convicción de que cuando se lleguen a descubrir las verdaderas leyes que rigen los fenómenos naturales, se encontrará que esas leyes serán las mismas, ya sea que se trate de la materia inerte o de los seres vivientes. La división actual de la ciencia en sus diversas ramas, obedece tan sólo a la innúmero diversidad de los aspectos de la naturaleza y a la limitación de nuestra inteligencia y de nuestros

conocimientos, que nos impiden relacionar unos fenómenos con otros y formular leyes que sean aplicables por igual a todos ellos; pero en el fondo, todos los investigadores cooperan a un mismo fin, que es el conocimiento unificado de la naturaleza." <sup>58</sup>

Ahora retomaremos nuevamente el pensamiento de Agustín Aragón Leyva, quien en su artículo del 21 de junio, el Renacimiento Científico, se refirió concretamente a la filosofía y la ciencia en México, en donde comentó:

"Semejante a lo que ocurrió por muchos siglos en España, ha llegado a existir en nuestro pueblo el prejuicio de que en Ciencia y Filosofía ha sido México un país estéril, incapaz de creación, impreparado para hacer una obra original. Por lo mismo, sólo dotado para el comentario y la aplicación, el reflejo de las opiniones lanzadas por los genios más notables del mundo occidental." <sup>59</sup>

Para complementar la idea del párrafo anterior, en el mencionado artículo se refiere al grupo de "los Científicos" como el contraejemplo, como la demostración de que en México existe la capacidad de hacer ciencia.

"El hecho de que algunos hombres de acción formaran un grupo "científico" y que con esa denominación alcanzaran un enorme prestigio, no vienen a ser sino prueba de lo legítimo que es, en los mexicanos, EL SABER POR LA CIENCIA, EL SABER UNIVERSAL, EL SABER SIN CONFLICTOS QUE SE REFIERE NO AL YO ARBITRARIO E INCONSECUENTE SINO AL NOSOTROS, A LA HUMANIDAD EN MARCHA Y EN CREACIÓN." <sup>60</sup>

D. Pedro Zuloaga, el 30 de junio, publicó un artículo sobre la creación de la materia, en donde mencionaba el conocimiento positivo; se puede apreciar que era éste un tema de interés para muchos de los intelectuales, esta era la forma científica de explicar todo el conocimiento, y a la vez de explicar el conocimiento como un todo. En el artículo se decía:

"Así avanza el conocimiento, cuando es positivo; sin demoler nada de lo previamente erigido, sino asentándose sobre ello; pero al mismo tiempo precisándolo, esclareciéndolo, elaborándolo. Es este rasgo suyo, de no perder nada de lo ya adquirido, sino servirse de lo viejo como cimiento sobre el que continuar indefinidamente la construcción, lo que distingue al conocimiento positivo o científico del pseudo-saber de las sectas, "escuelas" y partidos, que se suceden en la historia cuidando cada uno borrar lo hecho por el precedente, sin que de todos ellos quede como saldo más que el recuerdo de sus intemperancias y pasiones. Lo único fecundo, lo único definitivamente valioso en nuestra época es el método científico." <sup>61</sup>

Regresamos a las publicaciones de A. Aragón Leyva, quien en el artículo del 31 de julio sobre la Inutilidad de la Ciencia, expresó una concepción diferente de la ciencia y la filosofía, de hecho, se refirió al fracaso de la filosofía positivista, que ya representaba una modificación en el modo de ver a la ciencia; respecto a ello dijo:

"Hace un siglo, la filosofía positivista trató de que se detuviera la investigación en las ciencias físicas y biológicas para aplicarla a las ciencias sociales. Fue un empeño

fracasado. En primer lugar, porque la división del trabajo, los diversos tipos psicológicos y la abundancia de medios, permitieron que simultáneamente se estudiaran los problemas de todas las ciencias. Después porque es imposible poner coto a las ansias de saber. Los resultados han sido fatales en cuanto que ahora el conocimiento se ha extendido enormemente y es ya casi imposible abarcarlo, y una filosofía científica se hace cada vez más difícil. Mas al mismo tiempo, la ciencia ha logrado unificación notoria y cada vez sus leyes son más y más generales y se confía en llegar a concentrar en una sola ley todo el Universo. Por supuesto que una ley complicadísima, difícil de enunciar en palabras, pero no por ello más de una." <sup>62</sup>

Respecto a la distinción que se hacía de ciencia y filosofía, el Ing. Monges López en el artículo sobre el Problema Científico de la Universidad, dijo que las ciencias no eran parte de la filosofía, lo cual quiere decir, que para 1933 aún existía quien pensaba que la ciencia no era más que una rama de la filosofía. Esto es debido a la forma en que las ciencias nacieron y se desarrollaron, no es exclusivo de México, recuérdese cuantos científicos eran, o se consideraban, filósofos; sin embargo, lo que sí, sólo corresponde a este país es que en 1933 seguía habiendo quien consideraba a la ciencia como parte de la filosofía, lo cual no ocurría ya en los países que habían tenido un buen desarrollo científico. De hecho, esto puede explicar en parte porqué las ciencias se estudiaban en la Facultad de Filosofía, al respecto se menciona lo siguiente:

"De hace trescientos años a esta fecha, las ciencias se han desarrollado de tal modo que ya no podemos considerarlas como un pequeño capítulo de la filosofía o de las letras, como se hacía en el siglo XVII; ahora, las ciencias han crecido tanto que deben tener su casa propia." <sup>63</sup>

Ahora haré mención de una diferente postura filosófica: el materialismo, del cual escribe D. Pedro Zuloaga en un artículo con fecha 4 de noviembre, que lleva por título la Agonía del Materialismo. Según el autor, el materialismo es, prácticamente, una doctrina acabada porque la ciencia ha podido demostrar hechos no materiales, con respecto a esto D. Pedro Zuloaga expresa:

"...es muy satisfactorio consignar que el materialismo, la más triste, la más pobre, la más desoladora de todas las concepciones filosóficas (o asóficas) de la Humanidad, se ha venido a tierra a los embates del mismo método científico sobre el que en mala hora pretendió apoyarse. Tomen muy en cuenta este derrumbamiento los que afectan desconocer o menospreciar los hondos, los inmarcesibles anhelos del espíritu humano." <sup>64</sup>

La forma de sustentar que la ciencia ya estudia fenómenos no materiales, es a través de la mención de la energía y su estudio, como ejemplo de algo material que está fuera de las leyes de la mecánica, dice:

"La mecánica no abarca más que uno de los lados de la realidad; así como la materia misma no es sino una de las múltiples formas que asume la energía; y esta última a su vez, muy probablemente, no es una realidad fundamental. La realidad integral del mundo incluye, tiene que incluir a fortiori, hechos no mecánicos como los que se manifiestan en nuestro pensamiento o emotividad o voluntad. La ciencia empezó por

explorar un departamento de la realidad, el que concierne a esta forma energética llamada materia y cuyas leyes constituyen la mecánica; y empezó por ahí, por la simple razón de que este departamento de la realidad es el que más inmediatamente se ofrece a nuestros sentidos. Hoy reconoce la existencia de otras formas de realidad que no son materia, y que se rigen por leyes y procesos que no son mecánicos; lo cual no quiere decir que sean menos naturales, o menos físicos que los departamentos primeramente explorados. El campo de la física se ha ensanchado hasta incluir lo no material y no mecánico; he aquí todo."

65

Por último, dentro de la influencia general de la filosofía y la ciencia, presento citas de un artículo escrito por el Ing. Monges López sobre Física y Filosofía, en el cual se desarrollan los siguientes puntos; el desacuerdo que manifiesta de que la ciencia se hace a través de la filosofía, la forma como la ciencia modifica a la filosofía y, para concluir, la forma como considera el Ing. Monges López que la interpretación de las fórmulas científicas es la interpretación filosófica, sobre el primer punto se menciona:

"La divulgación de las últimas conquistas de la ciencia en el campo de la física, ha creado en la mente popular una falsa idea de que por medio de la filosofía es como se han logrado estas conquistas y, por este motivo, los laboratorios y gabinetes de investigación de los hombres de ciencia, se han visto inundados en los últimos años por un gran número de cartas de personas no-científicas, en las cuales exponen sus ideas filosóficas sobre tal o cual teoría física, que la prensa diaria o los libros de divulgación han difundido por todo el mundo, y en todas sus misivas se pretende que los sabios dejen sus trabajos de investigación para discutir con ellos, desde un punto de vista netamente filosófico, las referidas teorías." <sup>66</sup>

Aquí se representa una diferencia bien definida entre ciencia y filosofía, a pesar de que el ejemplo planteado es a nivel mundial, es una forma de manifestarle a los lectores que no es lo mismo una cosa que la otra, y que para hablar de ciencia no es suficiente con dejar volar su imaginación y especular acerca de un tema, es necesario hacer investigación fundamentada en un método. Es más, se plantea la idea de que la ciencia modifica a la filosofía, como se puede apreciar en el siguiente párrafo:

"...la teoría de la relatividad ha tenido una trascendencia filosófica inmensa, porque ha venido a comprobar que las nociones filosóficas clásicas de espacio, tiempo, gravitación, materia y energía eran nociones falsas, derivadas de experiencias hechas con instrumentos poco precisos y dentro de un campo experimental muy restringido. El día que los filósofos se den cuenta de lo que significa la teoría de los "cuantos" seguramente que tendrán que cambiar muchas otras de sus nociones básicas." <sup>67</sup>

La última parte que presentaré con respecto a este artículo, es la referencia del Ing. Monges López sobre la interpretación filosófica de la ciencia como la traducción de las fórmulas científicas, lo cual define perfectamente la función que cumplirá cada una de las disciplinas mencionadas, y dice al respecto:

"La mejor expresión de una verdad física es una fórmula matemática, que encierra con precisión esa verdad, pero esa fórmula sólo puede entenderla un físico o un matemático, pues para cualquier otra persona esa fórmula nada significa, porque está en un idioma que no entiende.

La necesidad de divulgar las verdades adquiridas por la ciencia, esto es, de incorporarlas a la cultura general, ha hecho que en los últimos años, un grupo de verdaderos sabios como Einstein, Jeans, Planck, Rusell, etc.; hayan escrito bellísimos libros de todos conocidos, los cuales han sido los heraldos de la nueva revolución filosófica y cultural que estamos presenciando. Pero estos libros no son libros de ciencia sino de filosofía o mejor dicho, representan la traducción filosófica de las conquistas de la ciencia física. Las verdaderas teorías científicas están expresadas en términos matemáticos, y para discutirlos hay que ir al campo netamente científico, y plantear la discusión, ya sea sobre los resultados de la experimentación o sobre los desarrollos matemáticos..."

68

A través de todos los artículos en donde se habla del tema de la filosofía y la ciencia, se va notando una evolución, la concepción de los intelectuales mexicanos no es la misma, se va modificando con el tiempo y la conclusión a la que llegan es que lo que estrictamente puede llamarse ciencia, debe tener una representación matemática, a manera de fórmulas, de diversos fenómenos.

El siguiente subtema al que me referiré es el de la ciencia en sí y está formado por explicaciones científicas de diversos temas que son presentadas para fines de divulgación por los diversos autores, explicando lo que ellos saben o entienden de las teorías científicas de moda.

## CIENCIA

En la presente sección se desarrollarán los temas referentes a la ciencia en sí, que se presentan en los artículos de El Nacional; esto tiene la finalidad de mostrar lo que de ciencia contemporánea (física y matemáticas) se conocía en esa época, o por lo menos lo que se divulgaba, ya que ese periódico tenía un gran alcance, no era exclusivamente para intelectuales, entonces, teóricamente, cualquier persona interesada podía estar enterada de los temas básicos de ciencia. Es necesario aclarar que los artículos aunque supuestamente estaban dirigidos a cualquier lector, no eran accesibles, para poder leerlos se necesitaba tener un precedente, estar familiarizado con nociones básicas para poder comprenderlos en profundidad.

Para comenzar expondré un comentario, que se hizo acerca de la ciencia que se estaba desarrollando en esa época y de sus alcances, que se publicó en el artículo de Agustín Aragón Leyva titulado la Tecocracia, en donde dice lo siguiente:

"A los extremistas radicales, les demuestra, por una parte, lo poco científico de sus doctrinas fraguadas en el siglo XIX, cuando no se conocía del Universo, sino la Galaxia, la identificación de tiempo y espacio, ni el principio de indeterminación de Heissenberg, ni el principio de exclusión de Pauli; cuando se ignoraba que en los trillones de trillones

de electrones que forman la masa total del Universo, no hay dos que sean iguales y que la materia es tan inmaterial que la masa de un hombre, trasformada a la densidad máxima que se conoce que es de TRESCIENTAS MIL VECES la del agua, quedaría reducida a la expresión de un punto sobre la i, en el tamaño de esta escritura, y todavía así, iba a ser tan poco material como en otra escala el universo, en el que distancias fantásticas separan a unos de los otros." <sup>69</sup>

Esto muestra la forma como algunos intelectuales mexicanos se sentían afectados por todos los descubrimientos que había traído consigo la evolución de la ciencia, la necesidad de pertenecer a la parte creadora, de participar en el progreso, de seguir siendo un intelectual universal.

El 12 de abril D. Pedro Zuloaga publicó un artículo científico, titulado el Positrón, en donde hablaba de las partículas elementales del átomo; particularmente del neutrón, el protón, el positrón, citas que iré exponiendo en la forma en que lo hizo el escritor, por ejemplo con respecto al neutrón se dice lo siguiente:

"Pero hoy se conoce, gracias a los trabajos de los esposos Curie-Joliot y del doctor Chadwick, un nuevo constituyente del núcleo del átomo, el neutrón, que generalmente se concibe como la asociación íntima de un protón con un electrón (a distancia de 110,000avo de la que guardan en el átomo de hidrógeno)." <sup>70</sup>

Esto no es propiamente una definición, podría considerarse como una vaga explicación; pero el hecho importante es que el neutrón tenía muy poco de descubierto, Chadwick lo anunció el 17 de febrero de 1932 en la Revista Nature, y para 1933 en un diario no científico se hablaba de él.

El caso del positrón es aún más notable, tratándose de una partícula cuya existencia, según Zuloaga, fue confirmada un mes antes de que el artículo mencionado saliera a la luz; aunque los libros de física que mencionan este descubrimiento lo ubican en 1932

El autor se refiere a la perfección de la ciencia particularmente de la física teórica, porque da la oportunidad de predecir fenómenos en forma teórica antes que experimental, y ese es el caso del positrón del cual al referirse a su teoría nos dice:

"Desde que en 1882, aquel extraordinario irlandés que fue Johnstone Stoney barruntó que la electricidad debía ser una cosa discontinua o granular, como la materia, se había supuesto naturalmente que existirían granos de electricidad de los dos signos, positivos y negativos; pero mientras el electrón negativo fue muy pronto identificado con los rayos catódicos de los tubos de Crookes y de Geissler, y más tarde con los rayos Beta de los cuerpos radioactivos y mientras su masa, tamaño y demás características fueron determinadas con precisión por Sir Joseph Thompson hace más de treinta años, en cambio el electrón positivo había jugado al escondite hasta estos últimos meses...a este viejo conocido se le da el nombre de negatrón para distinguirlo del recién venido." <sup>71</sup>

El nombre negatrón lo propuso Anderson pero no obtuvo aceptación, este científico fue el descubridor del positrón y respecto a tal hecho D. Pedro Zuloaga dice lo siguiente:

"El dos de agosto del año pasado el doctor Anderson, fotografiando en una cámara de expansión de Wilson las trayectorias de los rayos cósmicos, obtuvo la primera imagen de la trayectoria de un positrón. De entonces a acá, en quince de las 1,300 fotografías sacadas aparecen trayectorias semejantes; además los físicos ingleses Blakett y Occhialini han confirmado plenamente los resultados de Anderson."<sup>72</sup>

Para efecto de explicación de estos resultados experimentales D. Pedro Zuloaga da una completa y detallada descripción de lo que es una cámara de Wilson; hasta el momento las citas a las que he hecho referencia han manejado ya la definición de positrón como un electrón positivo, para aclarar aún más lo que significa el positrón el autor se refiere al protón y el positrón, a través de lo que se menciona en el siguiente párrafo:

"En efecto, la circunstancia de que el protón, el núcleo del átomo de hidrógeno y constituyente último de toda materia, poseyera la misma cantidad de electricidad, pero de signo opuesto, que el electrón, indujo muy naturalmente a confundirlo con el electrón positivo; si bien siempre pareció un poco extraño y contrario a la simetría que se observa entre las varias entidades del mundo subatómico que su peso fuese 1840 veces mayor que el electrón."<sup>73</sup>

Como el protón era la mínima unidad de materia de carga positiva conocida hasta un poco antes de escritos los artículos aquí analizados, había un detalle que no convenía a los investigadores que era, lo que menciona Zuloaga, la falta de simetría en el peso de las partículas positiva y negativa, el protón y el electrón respectivamente. El descubrimiento del positrón terminó con las dudas en este sentido que tenían los científicos, Anderson formuló dos hipótesis sobre la formación de los positrones en donde relacionaba materia y electricidad, ambas hipótesis puede apreciarse que tienen la marca histórica del pensamiento precedente en este asunto. Ninguna de las teorías de Anderson sobrevivió al tiempo, es decir, ninguna es válida en la actualidad.

#### Hipótesis 1

"El rayo cósmico choca contra uno de los protones contenidos en el núcleo del átomo y lo convierte en un positrón. Para esto se requeriría, de acuerdo con la teoría electrodinámica clásica, que el protón ensanchara su diámetro 1,840 veces, perdiendo al mismo tiempo masa en igual proporción; y como esa masa no puede aniquilarse, sería emitida en forma de energía radiante (un sólo fotón secundario, de más de 900 millones de voltios)."<sup>74</sup>

#### Hipótesis 2

"Que el rayo cósmico choque contra un neutrón, desligando de él ya sea un positrón o un negatrón, y dejando en el núcleo del átomo un positrón positivo o negativo. De esta última clase de protones (negativos) no se tiene hasta ahora ninguna noticia, pero se les busca con asiduidad."<sup>75</sup>

De acuerdo con la noción que se tenía del neutrón, éste no era considerado como una de las partículas elementales, sino una asociación de dos de ellas un

protón y un electrón. D. Pedro Zuloaga, tomando en cuenta que la situación del neutrón pudiera no ser esta, se refiere a la segunda hipótesis y sus consecuencias, que expone así:

"Si en cambio el neutrón resultara ser una partícula fundamental, y no una combinación de electrón y protón, entonces la segunda hipótesis sería insostenible; y lo que es más importante, tendríamos que revisar nuestros conceptos de la naturaleza de la materia y de sus relaciones con la electricidad." <sup>76</sup>

Es justo hacer notar el esfuerzo que hacían los autores de los artículos aquí analizados por participar con sus opiniones en la investigación científica, ya que no tenían forma experimental de hacerlo, este hecho aunado a que la bibliografía con la que contaban no era la más completa, fueron factores que tuvieron por consecuencia que muchos de los intelectuales mexicanos conocieran sólo superficialmente ciertos temas científicos, esto es un acontecimiento que no excluyó a los autores de los artículos de el Nacional.

La siguiente publicación que analizaré se titula el interés popular por la ciencia, escrita por el Ing. Monges López con fecha 13 de mayo y mencionada en páginas anteriores; en ella, además de lo expuesto con antelación, se desarrollan los siguientes puntos: las ciencias se unificarán y las leyes que las rigen serán las mismas, las condiciones en que se da el interés popular por la ciencia, la importancia de las matemáticas y el nuevo interés por conocer la esencia de las cosas que comparten los científicos y los no científicos.

Para ejemplificar el interés popular por la ciencia, se refiere a la Teoría de Einstein diciendo lo siguiente:

"Esto ha sucedido últimamente con el famoso descubrimiento de Einstein. Muy pocos saben la importancia científica de su teoría; al público esto no le interesa, lo que llama su atención es el hecho de que como resultado de ella, el tiempo, el espacio, la materia, la energía y el universo mismo, ya no tienen la misma significación de antes." <sup>77</sup>

A pesar de que este escrito no desarrolla en sí un tema científico, tiene importancia por la mención que en él se hace de lo que a nivel popular se conoce, de cuál es la actitud de los no científicos ante los temas de ciencia, de hecho, el autor, menciona que se despierta ya un interés popular por la ciencia, lo que significaría que el fenómeno que se está dando: la necesidad de ciencia, no sólo ocurre en una pequeña élite, sino que también se da a nivel popular, de esto dice:

"...un nuevo interés popular empieza a despertarse por la ciencia, y este nuevo interés se basa en algo común a los puntos de vista científico y vulgar. Ya sea que se trate de un profundo hombre de ciencia, ya del humilde obrero de una fábrica, ambos sienten por igual la necesidad de tener una explicación de su vida, de la naturaleza que les rodea, de la finalidad de sus actos; no basta a ninguno de los dos el sentimiento religioso para quedar conformes, necesitan, tanto el uno como el otro, pensar en algo distinto a sus preocupaciones diarias de resolver una ecuación o manejar una palanca..." <sup>78</sup>

Por último, referente a este artículo, mencionaré lo que dice el Ing. Monges López acerca de los matemáticos, de quienes menciona algunos nombres, lo que nos da la referencia de algunos matemáticos que eran conocidos en México tomando en cuenta, por supuesto, su obra.

"Entre estos sabios vemos a los matemáticos, entregados a la difícil tarea de crear y perfeccionar el instrumento intelectual más eficaz con que cuenta el hombre para estudiar las ciencias físicas, y que, aunque sus descubrimientos sean de un valor inmenso, sólo son conocidos y apreciados por los hombres de ciencia; el público ni siquiera sabe que existen. Los nombres de Gauss, Riemann y Levi Civita, pasan inadvertidos para la mayoría y sólo en la cátedra o en las academias de ciencia se les recuerda y se les admira; sin embargo, sus obras son tan importantes, que sin ellas, muchos de los descubrimientos científicos actuales no existirían; pues, así como sin microscopio no se podrían estudiar los microbios, así también sin los descubrimientos de los matemáticos, la física y la astronomía no habrían pasado de ser curiosos pasatiempos." <sup>79</sup>

La siguiente publicación a la que me referiré tiene fecha 22 de mayo, su título: Ondas Electromagnéticas y su autor, D. Pedro Zuloaga, los temas a los que se refiere el autor son; los diferentes tipos de ondas electromagnéticas, como son las ondas hertzianas, rayos ultravioleta, rayos gamma, rayos mitogenéticos, aplicaciones de las mismas, de las que se dan como ejemplos el poder manipular a través de botones el sonido de toda una orquesta o de cada una de sus partes variando la intensidad o, por otro lado, el de matar a los insectos que anidan en semillas y cereales con ondas hertzianas, para finalizar, se trata el comportamiento corpuscular de las ondas electromagnéticas.

No hay que perder de vista la etapa de avances tecnológicos que se vivía en México, algunos adelantos ya tenían tiempo en otros países, pero el arribo de dichos avances a este país les daba una dimensión diferente a todos aquellos que presenciaban el funcionamiento de tal o cual aparato. Las ondas electromagnéticas se relacionaban con la explicación del funcionamiento de algunos avances tecnológicos que había en México, por lo cual la referencia a dichas ondas es importante, con respecto a esto se dice:

"En efecto, las ondas hertzianas, y las luminosas que nos llegan del sol o de una lámpara son exactamente de idéntica naturaleza; unas y otras son ondas electromagnéticas, y la única diferencia entre ellas es la longitud de onda. Así las que se emplean en radiotelefonía miden... entre doscientos y seiscientos metros de largo; mientras que las de la luz visible apenas miden alrededor de una dosmilésima de milímetro. Entre las luminosas y las hertzianas están las calóricas, las ondas que emite una estufa caliente cuando todavía no llega al punto de ponerse roja. Con estas últimas se puede tomar fotografías empleando placas especiales, aunque para nuestros ojos son del todo invisibles. Más allá de las luminosas visibles vienen las ultravioleta, invisibles también pero que afectan las placas fotográficas ordinarias, lo mismo que las visibles; siguen luego los rayos X y, por último, los rayos Gamma, las ondas más cortas de todas (a no ser que los rayos cósmicos resulten también ser ondas electromagnéticas, en el cual caso serían todavía más cortas.)" <sup>80</sup>

**Después de toda esta disertación acerca de las ondas electromagnéticas, se habla de los rayos mitogenéticos, que no pasaron la prueba del tiempo, pero que en la época formaban parte de los temas de actualidad y de importancia, de su descubrimiento se dice lo siguiente:**

**"Más trascendental que todo esto en el orden científico es el descubrimiento de los rayos mitogenéticos, especie de ondas electromagnéticas de longitud mucho menor que las anteriores (hertzianas), que se afirman que son emitidos por los tejidos de todos los organismos vivientes. El descubrimiento fue ejecutado originalmente por Kalendaroff y confirmado ahora por numerosos investigadores." <sup>81</sup>**

**Los rayos mitogenéticos tuvieron gran importancia porque se les consideraba un factor esencial para la existencia de la vida, lo cual se explica más en el siguiente párrafo:**

**"...y ahora con el descubrimiento de los rayos mitogenéticos (en la región ultravioleta) parecen ser también sostenedores de toda actividad vital en un sentido mucho más directo que hasta aquí se había pensado; mitogenéticos significa capaces de provocar la mitosis o subdivisión de las células orgánicas; y si esto es así, es claro que les debemos no sólo el origen sino también la continuación de nuestra existencia." <sup>82</sup>**

**El mismo autor del artículo anteriormente analizado, D. Pedro Zuloaga se refiere en otra publicación a la composición de la materia, tema que trata su escrito ¿Se crea la Materia? que fue publicado el 30 de junio, en donde se plantea la posibilidad de que la materia pueda ser energía (fotones transformados), se confirma después lo expuesto, se trata del principio de Lavoisier "la materia no se crea ni se destruye" a la que se refiere originalmente como verdad relativa, luego trata la fórmula de Einstein transformación materia y energía, y, por último, se refiere a lo que el autor llama el principio moderno de Lavoisier, con respecto a este principio enunciado en su forma original dice:**

**"La materia no se crea ni se destruye. Este principio, originalmente enunciado por Lavoisier y Priestley hacia fines del siglo XVIII, dominó las ciencias físicas durante toda la siguiente centuria; apenas hoy su validez ha sido puesta en duda. El principio encerraba una verdad...relativa, como todas las verdades que nos es dado conocer, aplicable sólo dentro de ciertos límites y sujeta a revisión y refinamiento; pero significó un magnífico adelanto sobre las informes concepciones que le precedieron." <sup>83</sup>**

**Desde mi punto de vista, hay una actitud de desconcierto en los intelectuales mexicanos de la época, pero que es más notoria en D. Pedro Zuloaga, para quien el estar de acuerdo con la filosofía positivista implicaba aceptar que el conocimiento científico no podía negar al anterior, sino únicamente generalizarlo, porque todo el conocimiento científico que el ser humano había adquirido a lo largo de su historia era "positivo", como se puede apreciar en sus propias palabras:**

"Así avanza el conocimiento, cuando es positivo; sin demoler nada de lo previamente erigido, sino asentándose sobre ello....Lo único fecundo, lo único definitivamente valioso en nuestra época es el conocimiento científico."<sup>84</sup>

**Respecto a la transformación de materia-energía, primero lo plantea como una posibilidad que inmediatamente confirma como un hecho, de esto dice:**

"Con el advenimiento de las nuevas teorías sobre la constitución eléctrica de la materia, y la extensión del concepto de masa a la energía en todas sus formas, surgió espontáneamente la pregunta, de si no podrá acaso la materia convertirse en energía, dejando de ser materia; y recíprocamente, si no podrá la energía, en algunas circunstancias, crear nuevos cuerpos. La primera de estas preguntas ha venido siendo contestada afirmativamente, y con creciente confianza, por los últimos veinte o más años. Razonablemente, no es posible dudar ya que la materia se trueca en energía."<sup>85</sup>

**Como ejemplo de la transformación de la materia en energía menciona la radiación de las estrellas que mandan luz que no es otra cosa que materia transformada o también, lo que llama, la transmutación de unos elementos en otros, en la cual dice:**

"ya se trate de desintegración o de síntesis, se observa que el peso atómico de los productos es un poco menor que el de los elementos originales; y la diferencia es el peso de los rayos gamma emitidos en la transmutación."<sup>86</sup>

"La energía que la Tierra entera recibe del Sol en venticuatro horas pesa apenas ciento sesenta toneladas; la que recibe el Zócalo de México en una hora, a medio día, pesa un miligramo."<sup>87</sup>

**Después se refiere a la fórmula de Einstein que relaciona materia y energía de la cual dice:**

"Fue Einstein, quien en 1905, limitó y refinó el principio lavoisieriano (como más tarde había de refinar la ley de la gravitación), al descubrir la fórmula que conecta a la materia con la energía; fórmula sencillísima, pero de enorme poder sugerente para todo espíritu reflexivo. Traducida al lenguaje vulgar, la fórmula dice que un gramo de materia es equivalente a un número de unidades de energía (ergs) igual al cuadrado de la velocidad de la luz expresada en centímetros."<sup>88</sup>

**Debió ser un error en la edición del periódico la unidad que se asigna a la velocidad de la luz, que corrigiendo sería centímetros sobre segundo.**

**En relación con lo que se mencionaba de la concepción particular que da a los intelectuales la filosofía positivista, considerando los descubrimientos de Einstein y no pudiendo dejar atrás el principio de Lavoisier, se enuncia un nuevo principio de Lavoisier del siguiente modo:**

"En adelante el principio de Lavoisier habrá de enunciarse de esta o parecida manera: "La materia no se crea ni se destruye, excepto en circunstancias especiales, muy distintas y alejadas de las que encontramos en nuestra vida diaria."<sup>89</sup>

Por otro lado, se nota que, al menos en Zuloaga, las teorías de Einstein no están completamente comprendidas, ciertamente las conoce, pero se ve en la necesidad de reducirlas al mundo que le rodea. Referente a la transformación de energía en materia, necesita un sustento experimental para poder abiertamente hablar de ella como un hecho, al respecto se refiere como una idea no confirmada, particularmente, al mencionar que los fotones son capaces de crear materia dice lo siguiente:

"Se trata ahora de una idea lanzada primeramente por Dirac y después por Blackett y Occhialini (los descubridores del positrón), y sustentada ahora, del lado experimental por Anderson, Oppenheimer y Plasset, de que los cuantos de luz, o fotones son capaces de crear materia nueva. Si no fuera por la extremada prudencia y cautela con que se procede en estas austeras disciplinas, se diría que el anterior consenso de opiniones constituye suficiente confirmación; pero los mismos investigadores nombrados serían los primeros en recomendar todavía calma. El prodigio, a lo que parece se consuma únicamente en la vecindad de núcleos atómicos preexistentes; y consiste en la formación de un par de electrones de signo opuesto, por cada fotón. Se añade que el hecho ha sido ya observado, no sólo con fotones de origen cósmico, sino también con los rayos Gamma emanados del torio; y que los electrones así creados son de muy corta vida, porque se recombinan para formar un nuevo fotón."<sup>90</sup>

El mismo Zuloaga había escrito un artículo ya analizado sobre el positrón, en donde daba el crédito principal de su descubrimiento a Anderson, quien es considerado en nuestros días el descubridor de tal partícula, aunque también daba algo de crédito a Blackett y Occhialini, quienes también tuvieron que ver con dicho descubrimiento.

Ahora retomemos el mismo tema la transformación de materia en energía, pero desde otra perspectiva. El Ing. Monges López, con fecha 22 de julio publicó un artículo publicado el cuarto estado de la materia, en él se trata a la materia y a la energía como una misma cosa con dos presentaciones distintas, de tal forma que puede transformarse de una a otra, en la publicación por analizar se tratará a la energía como el cuarto estado de la materia. El Ingeniero trata el tema materia-energía del siguiente modo:

"Materia y energía han dejado de ser para el filósofo lo mismo que para el físico moderno dos entidades distintas, con existencia propia de duración eterna. Actualmente materia y energía no son sino dos formas distintas de una misma entidad, cuya naturaleza íntima desconocemos pero que podemos medir, ya sea en una forma o ya en otra, y cuya cantidad total se considera invariable. La energía nace de la materia cuando ésta se destruye y viceversa, para que la materia nazca, es necesario que desaparezca una cantidad de energía equivalente."<sup>91</sup>

Se puede observar que para el Ing. Monges López los conceptos de materia y la energía son más consistentes con los que se tienen en nuestra época, más cercanos a las mismas teorías de Einstein, esto manifiesta que no era uniforme el conocimiento que tenían los intelectuales de esa época, en este caso, D. Pedro Zuloaga y el Ing. Monges López, ambos reconocidos, como para poder publicar artículos en un periódico, pero no con igual concepción del mundo.

**Regresando al artículo, daré la definición de energía como el cuarto estado de la materia, a la manera del Ing. Monges López.**

**"En la física clásica nos enseñaron que la materia podía tener cualquiera de estos tres estados: sólido, líquido o gaseoso, y que al pasar de un estado a otro no sufría pérdida ni obtenía ganancia. Este principio físico se expresó filosóficamente diciendo: a la materia no se le puede crear ni destruir. Actualmente para que este principio filosófico perdure, frente a la equivalencia entre la energía y la materia, necesitamos agregar un nuevo estado a los tres anteriores, es decir, un cuarto estado, y este es la energía."** <sup>92</sup>

**Se vuelve a ver la influencia de la filosofía positivista para que este principio perdure, en vez de enunciar uno nuevo, es necesario modificar el anterior porque no puede dejar de ser válido.**

**Se ha hablado mucho de la materia y la energía, en este artículo, el autor presenta el concepto de energía, sin presentarla como un estado más de la materia, lo hace de la siguiente manera:**

**"La energía tiene dos modos de manifestarse: ya como algo unido a la materia, en forma de movimiento de las partículas de que está compuesta o del movimiento del cuerpo material considerado, como el calor en el primer caso y la energía cinética en el segundo; o bien como algo que sale de la materia en forma radiante, como las ondas electro-magnéticas...para el físico moderno, la energía en cualquiera de las dos formas indicadas,... tiene masa, tiene peso, gravita, y por lo tanto es materia."**

<sup>93</sup>

**Para finalizar el examen de este escrito, sólo comentaré la necesidad de las matemáticas, que es manifestada por el Ing. Monges López.**

**"...todo el cúmulo de observaciones hechas por millares de sabios a través de siglos de continuo trabajo y un instrumento nuevo que entonces no tenía y que es el auxiliar más poderoso de la razón humana, es decir, las matemáticas."** <sup>94</sup>

**Ahora, cambiaré un poco el giro, me referiré a la Teoría Lemaitre-Vallarta, este artículo es el único que no fue escrito por los autores hasta aquí mencionados, su autor fue el Ing. Joaquín Gallo, quien fuera Director del Observatorio Astronómico de Tacubaya; la referida teoría está relacionada con la astronomía, puede ser la razón del nuevo autor que se introduce a las páginas de El Nacional.**

**El artículo fue publicado el 7 de agosto, su título: Al margen de la Teoría Lemaitre-Vallarta los puntos que trata son: la expansión del Universo, la formación del Sistema Solar a partir de la perturbación de una estrella que pasó cerca del Sol y la formación del Universo a partir de una explosión. En la publicación no es clara cuál es la Teoría Lemaitre-Vallarta, se hace referencia a las implicaciones en astronomía que conlleva su validez o, como lo llama D. Joaquín Gallo, las predicciones de los sabios anteriormente nombrados que se están confirmando; empezaré por citar las consecuencias en astronomía de la Teoría a las que se refiere el autor:**

"El abate Lemaitre en su hipótesis de un Universo de radio creciente, supone que muy al principio, todos los Universos actuales estaban concentrados en uno de dimensiones relativamente pequeñas; la explosión de éste según la típica frase de nuestro sabio, el doctor Sandoval Vallarta, hizo que empezara a crecer el radio de ese Universo inicial, al principio lentamente, después más rápidamente... Hasta estos momentos la hipótesis Lemaitre-Sandoval Vallarta parece confirmarse: la distribución de los rayos cósmicos observada concuerda con los cálculos y predicciones de nuestro sabio y si, como esperamos, las observaciones confirman la teoría... quedará sentado que todos los Universos, incluyendo el nuestro, provienen de la desintegración de un átomo o conjunto de átomos primitivos cuyas radiaciones vagan todavía en el espacio." <sup>95</sup>

Referente a la comprobación de la teoría Lemaitre-Vallarta, dice que el espectro de los cuerpos más distantes de la tierra, muestra que están alejándose constantemente del centro, más cuanto más lejos se está, lo que hace concluir que el Universo se está expandiendo. Esta comprobación a la que se refiere el Ing. Gallo es, según él mismo dice, el argumento que lo convenció a él y a otros astrónomos de la validez de la teoría. La forma como ocurrió el hecho históricamente fue que Lemaitre advirtió la expansión del Universo por las observaciones espectrales y a partir de esto enunció su teoría. Es importante mencionar que esta teoría era muy reciente, Lemaitre había empezado con la idea en 1927 y el primer artículo de Sandoval Vallarta y Lemaitre fue publicado en 1932 en *Physical Review* 91, 708 y el segundo artículo de Sandoval Vallarta al respecto fue publicado el 1° de julio de 1933, esta publicación del Ing. Gallo sale a la luz sólo un mes después del segundo artículo.

Este es un artículo que no podía faltar en la serie de publicaciones científicas que aparecieron en *El Nacional*, era la teoría de un mexicano, a quien con tanto cariño, el Ing. Gallo lo nombra nuestro sabio. Independientemente de la importancia que haya tenido la Teoría Lemaitre-Vallarta como tal, en México fue la teoría más importante y trascendente, la que marcó la posibilidad de que los mexicanos podían hacer ciencia.

El autor se refiere también a diversas hipótesis sobre la formación del sistema solar, las que explicaré brevemente.

La hipótesis de Laplace es que la rotación producía los anillos y también por rotación se formaban los planetas.

Otras hipótesis hablan de nebulosas que se atraían hasta formarse una marea que se condensaría en planetas, D. Joaquín Gallo habla de una atracción diametral entre nebulosas, de tal forma que si una de éstas perturbaba al sol quedaría afectada, incluso supone que el punto donde ocurrieron los hechos fue entre Júpiter y Marte porque es donde se observa la mayor cantidad de asteroides.

Expone también la hipótesis de Jeans, en la que se cree que hace dos millones de años una estrella de gran masa pasó muy cerca del sol, perturbando la masa de éste, formando una gran ola (una montaña) tan grande que se desprendió y de ahí se formaron los planetas del sistema solar.

Se menciona que James Jeans en 1930 dio una serie de conferencias en Cambridge sobre física, las que fueron traducidas al español en 1931 y, al parecer, fueron muy conocidas y divulgadas.

Manteniendo el orden cronológico, cambiamos de tema, dos días después de publicado el artículo anterior, el 9 de agosto, se publicó de nuevo un escrito de D. Pedro Zuloaga en un artículo cuyo título es: La Atmósfera y sus subdivisiones, que textualmente se dedica a la explicación del tema, sin embargo podría ser que fuera la base o fundamento para un artículo publicado el 11 de diciembre por el mismo autor titulado: El Problema de la Habitabilidad de Marte, que al parecer era un tema de gran interés para el autor. Con respecto al primer artículo, me sujetaré a expresar los conceptos que se dan, ya que no tengo marco de referencia para analizarlos con mayor amplitud.

Las definiciones comienzan con la de la atmósfera, que es la siguiente:

"...es la que regula las alternativas de temperatura, moderando los extremos entre el día y la noche y entre las estaciones...El aire hace entonces las veces de una cobija o frazada, impidiendo que el calor acumulado durante el día en las rocas de la corteza se irradie rápidamente al espacio, y con su constante circulación tiende a ecualizar las temperaturas del hemisferio iluminado y del oscuro. Pero hace más que todo esto; evita el paso de las radiaciones ultravioletas extremas, que en poco tiempo nos cegarían; y a los rayos cósmicos, cuyos efectos fisiológicos no son aún bien conocidos...a ella se debe el color del cielo y de las lontananzas, la gloria de las auroras y la magia de los atardeceres." <sup>96</sup>

Continúa con la definición de tropósfera, que presenta de la siguiente manera:

"Los diez primeros kilómetros de altura están ocupados por la tropósfera, la zona de las nubes, lluvias y tempestades, y todo lo que se compone bajo el nombre de intemperie." <sup>97</sup>

Prosigue D. Pedro Zuloaga con la definición de estratósfera, era importante que se hablara de esta capa, ya que para entonces se habían realizado algunos vuelos en aeronaves, en 1932 se había logrado subir más de 16 kilómetros, todo esto hacía que esta capa se considerara a de gran trascendencia para el futuro, la definición se encuentra en el siguiente párrafo:

"Entre los diez y los treinta y cinco kilómetros se extiende la estratósfera, zona de temperatura aproximadamente constante en todo su espesor, y que ahora han puesto de moda las audaces ascensiones de los gemelos Picard. En esta esfera están cifradas las esperanzas de la aviación futura, sobre todo la de largas distancias; ya que en ella el aire enrarecido ofrece apenas una resistencia de entre un cuarto y un sesenta y cuatroavo de la que presenta al nivel del mar; y además está exenta de los bruscos cambios de tiempo a que nos tiene acostumbrados la tropósfera." <sup>98</sup>

La próxima definición que se da es la de Ozonósfera, que se presenta del siguiente modo:

"...entre los treinta y cinco y ochenta kilómetros, zona que han dado a conocer principalmente las ingeniosísimas investigaciones de Charles Fabry. El ozono, el gas que da su nombre a esta zona, es sencillamente oxígeno triatómico, es decir, que cada molécula se compone de tres átomos en vez de dos como el oxígeno ordinario que

respiramos. Todo el ozono distribuido en este estrato de cuarenta y cinco kilómetros de espesor, si se hallara sometido a la presión atmosférica ordinaria, formaría apenas una capita de tres milímetros! Mas es tal su actividad que basta para absorber casi todas las radiaciones ultravioletas, protegiéndonos de sus futuros efectos." <sup>99</sup>

Para finalizar con esta serie de definiciones sobre las partes de la atmósfera se define la ionósfera, capa que adquiriría gran importancia por las nuevas comunicaciones que eran posibles gracias a la tecnología, esta capa se define como sigue:

"...la ionósfera, la zona "ionizada" o electrizada que refleja las ondas hertzianas, haciendo posible la transmisión entre dos lugares distantes, a pesar de la curvatura de la Tierra. Hace dos o tres años se creía que esta capa reflectora era sencilla o única, y se le conocía por el "estrato de Kennelly-Heaviside"; pero últimamente se ha logrado analizarlo, descomponiéndolo cuando menos en tres estratos..." <sup>100</sup>

Continuamos con el mismo autor, pero pasamos al 17 de agosto, el artículo se titula: La ciencia es una; aquí no abundan los conceptos científicos, pero su importancia consiste en fundamentar aquello que ya mencioné, la influencia de la filosofía positivista en las concepciones científicas. Zuloaga dice que la ciencia es evolutiva, que es falso que una nueva teoría desecha a la anterior por ser falsa, la ciencia no puede cambiar de parecer, porque el conocimiento científico no puede estar equivocado, lo que tiene la posibilidad de ser erróneo es la especulación que alrededor de él se hace. La forma como se expresa D. Pedro Zuloaga de esto es así:

"LA CIENCIA ES UNA SOLA; la de hoy es la descendiente legítima de la de ayer, por riguroso y coherente desarrollo lógico. La ciencia del siglo XIX NO ERA FALSA, como no lo era la del XVIII ni la del XVII. Desde que Bacon en el "Novum Organum" le marcó los senderos que había de seguir, y que no son otros que el raciocinio y la experimentación, la ciencia se ha sujetado continuamente a esas normas; y a menos que la realidad fuera contradictoria, cosa impensable, la ciencia no puede serlo tampoco." <sup>101</sup>

Relacionado con el aspecto netamente científico, el artículo habla de las teorías de la luz, un tanto ambiguamente, pero considero que nos da una noción de como pensaban algunos intelectuales mexicanos.

"...la luz no es onda ni corpúsculos; aunque en ciertos casos se conduzca COMO SI FUERA un movimiento ondulatorio (fenómenos de interferencia o de polarización), y en otros casos (fenómeno fotoeléctrico) COMO SI FUERA un bombardeo de proyectiles. Lo que realmente es, es algo de lo que no podemos formarnos ninguna imagen; pero que sí podemos representar como un símbolo, o un conjunto de ellos..."<sup>102</sup>

Con un título similar al del artículo anterior se presenta un escrito del Ing. Monges López que lleva por nombre la Unidad de la ciencia, se publica en El Nacional con fecha 22 de agosto; los temas estrictamente científicos no son la especialidad de dicho artículo, pero se hace una división de las diferentes

ramas de la ciencia, que puede ayudar a comprender por qué la concepción epistemológica que tenían en esa época; además de entender el por qué del empeño y casi obsesión que tenían por la unificación de las ciencias.

"De todo el conocimiento científico pueden hacerse tres grandes divisiones, a saber: las ciencias físicas, que comprenden los estudios sobre la materia, la energía, el espacio, el tiempo y el universo entero; las ciencias biológicas, que se ocupan de estudiar la vida en todas sus manifestaciones, su origen, su desarrollo, su reproducción y su extinción; y las ciencias psicológicas, que estudian todas las manifestaciones del espíritu, desde sus más rudimentarias formas hasta las elaboraciones más complejas de la inteligencia humana.

Materia, energía, vida y espíritu no son sino distintas manifestaciones de la naturaleza que es única, por lo que para conocerla es necesario estudiarla en sus distintas formas."

103

Una de las ramas de la ciencia de más importancia en la época era la física, particularmente una subrama de ésta, la física moderna. El Ing. Monges López prosigue en su línea de las divisiones y los límites de las ciencias en este nuevo artículo que se llama así: Física Moderna, en él analiza cuales son sus partes, en donde considera a la astrofísica y la física atómica, y hace notar que la física ha comenzado a ganar terreno para abarcar a las demás ciencias, respecto a la física moderna dice lo siguiente:

"Con el descubrimiento de las sustancias radioactivas, a fines del siglo pasado se inició en el mundo científico una transformación de la física, a tal grado notable, que no ha quedado capítulo alguno de esta vasta ciencia que no haya sido reformado. Debido a estas modificaciones, se llama física moderna a la física actual. Esta transformación ha sido la evolución más trascendental que ha sufrido esa ciencia, después de aquella en que se desterró para siempre de sus dominios, hace tres siglos, todo método de investigación que no sea el experimental y el matemático." 104

Después el Ing. Monges López habla de los orígenes de la física atómica, que será una rama fundamental de la física moderna, a lo que se refiere del siguiente modo:

"Con los descubrimientos de los fenómenos radio-activos y los fenómenos verificados en el interior de las ampollas de Crooks, se tuvo la certidumbre de que el átomo se descomponía y desde entonces los físicos crearon una nueva rama que se llamó física atómica." 105

Para hacer más explícita la intervención acerca de la física atómica, el autor hace referencia a lo que es el átomo.

"...todos los átomos están compuestos de un núcleo cargado de electricidad positiva y una atmósfera de partículas cargadas de electricidad negativa, que se les denominó electrones. Después se descubrieron las leyes que rigen la composición de esta atmósfera electrónica, considerada actualmente como ondulatoria de acuerdo a la teoría de De Broglie, perfeccionada por Schrödinger y actualmente se está luchando por descubrir las leyes que rigen la composición del núcleo." 106

**Se ahonda más en el tema, con referencia a los últimos descubrimientos que con respecto al átomo se han hecho, advirtiendo que lo que se está diciendo es algo bien conocido.**

**"Todo el mundo está al tanto de los descubrimientos llevados a cabo recientemente en el laboratorio físico de Cambridge, Inglaterra; me refiero a los descubrimientos del neutrón y del positrón y a la manera de transformar unos átomos en otros, que ha venido a suministrar nuevas luces en la investigación del núcleo atómico."** <sup>107</sup>

**También se refiere a la Astrofísica; es claro que se manifiestan los dos extremos de estudio, el del macrocosmos y el del microcosmos. Desde mi perspectiva, en esa época la física moderna se distingue de la física anterior por el estudio científico de los diferentes niveles que de los que se compone el mundo circundante. Sobre la Astrofísica se dice:**

**"...la física ha extendido sus fronteras a la región de lo inmensamente grande. La teoría electromagnética de la luz, el análisis espectral de la luz de las estrellas, el desarrollo de la teoría cuántica de la energía radiante, el perfeccionamiento de la teoría de la relatividad aplicada a la concepción del universo y por último, el estudio de la radiación cósmica y su teoría (Lemaître-Vallarta) últimamente formulada, han hecho que la astrofísica, que hace un siglo se consideraba imposible y que a fines del siglo pasado era tan sólo un pequeñísimo capítulo de la astronomía, haya llegado a ser el instrumento de investigación más poderoso con que cuenta el astrónomo para estudiar el universo."**

<sup>108</sup>

**Para terminar este artículo, el Ing. Monges López nos presenta la idea de que la física tiende a abarcar todas las ciencias, los deslumbrantes avances de la física, posiblemente, magnificaron la dimensión de lo que esta ciencia significaba; la física, si bien importante, no sería la ciencia de las ciencias, ya que no existía ni existe razón para considerar que pudiera contener a todas las ciencias.**

**"...la física ha ido ensanchando sus fronteras y en la actualidad ha podido incluir dentro de ellas a todos los fenómenos del mundo inanimado, desde lo extremadamente pequeño como el átomo, hasta lo inmensamente grande como el universo entero, y desde los conceptos más concretos de materia y energía, hasta los más abstractos de espacio, tiempo y causalidad. Quedan tan sólo en la actualidad dos clases de fenómenos que no han podido ser clasificados francamente dentro de la física, que son los biológicos y los psíquicos, es decir, los fenómenos de la vida y del espíritu...Si la vida y el espíritu son fenómenos naturales, en ese caso tienen que ser físicos. Aunque las actuales leyes físicas no los puedan explicar."**

<sup>109</sup>

**El siguiente artículo que se presenta lleva por título: La Constante Cosmológica, fue escrito por Pedro Zuloaga y publicado el 3 de octubre; en él habla de la constante cosmológica como algo estático, explica que la primera vez que se utilizó tal constante fue cuando Einstein la introdujo en una ecuación relativista**

Únicamente por razones estéticas, después se refiere a la expansión del universo en relación con la constante, también trata la concepción del universo como cerrado y finito, y luego hace el cálculo del radio del universo partiendo del átomo de hidrógeno. Respecto a la parte estética que, según el autor, dio origen a dicha constante se dice:

"La constante cosmológica designada por la letra griega Lambda, fue introducida por Einstein en las ecuaciones de la Teoría de la Relatividad...sin suficiente justificación lógica; su excusa era que respondía a una "necesidad estética". Fue un relámpago de adivinación, un mazazo divino dado al cráneo receptivo." 110

Se puede observar que la imagen que tenía D. Pedro Zuloaga de algunos científicos era como una especie de genios, de personas privilegiadas que tenían inspiraciones divinas. Ciertamente, la ciencia no era algo cotidiano, una cosa era saber algo de ciencia y otra, muy diferente, hacer ciencia.

El autor inmediatamente se refiere a la expansión del universo y su relación con la constante cosmológica de la siguiente manera:

"A las distancias astronómicas ordinarias la atracción prepondera de tal modo sobre la repulsión que ésta no logra manifestarse; pero llega un punto (aproximadamente a la distancia de trescientos mil años luz) en que las dos fuerzas se igualan, y de allí en adelante predomina la repulsión. Esto explica por qué las nebulosas espirales, situadas todas a distancias más grandes que la mencionada, huyen de nosotros y unas de otras, con velocidades tanto mayores cuanto mayor es el alejamiento mutuo. Pero debe advertirse, en justa vindicación de la teoría que la explicación era conocida antes que el hecho; de modo que aquella no fue inventada ad hoc para explicar el fenómeno, sino que éste surgió como brillante confirmación de lo previsto. En efecto, la correcta interpretación de la constante cosmológica como repulsión data de 1922, mientras que la primera observación de la fuga de las nebulosas sólo data de 1928." 111

Hasta aquí se ha mencionado la constante cosmológica, sin explicar cuál es su valor, o más allá de un sentido estético de dónde surge, qué representa, esto lo explica en el próximo párrafo:

"...Lambda es la contraparte o antítesis de G la constante de gravitación. Si interpretamos a esta última como se ha interpretado en los dos últimos siglos, como una fuerza de atracción universal, entonces Lambda representa una fuerza de repulsión cósmica...si estimamos la atracción de gravedad como real, la repulsión representada por Lambda es precisamente tan real como ella; ni más ni menos. Pero mientras que la atracción de gravedad decrece en razón del cuadrado de la distancia, la repulsión cósmica aumenta, no en razón del cuadrado, sino de la simple distancia; de suerte que a diez veces mayor distancia corresponde diez veces mayor repulsión, y en cambio corresponde cien veces menos atracción." 112

Después se habla del Universo que tiene las características de ser finito y cerrado, y el problema que representa calcular su radio, de lo cual se menciona:

"Pero las ecuaciones relativísticas, después que se hubo incluido en ellas la constante cósmica, no sólo permiten prever la fuga de los objetos muy distantes, sino también

calcular la masa del Universo material y el radio que éste debería tener; (se sabe que el espacio cósmico, tal como hoy se concibe, es finito y cerrado, y posee, por lo mismo, un radio determinado). Pero para efectuar estos últimos cálculos se requería de un dato de observación, el de la densidad media con que la materia está distribuida en el espacio; dato que era muy incierto con una incertidumbre de unos cien tantos y que a su vez ocasionaba un error probable de unas diez veces en la determinación de la longitud del radio universal." <sup>113</sup>

Para poder calcular el radio del Universo se idea hacerlo partiendo del átomo de hidrógeno, Eddington y Weyl habían sugerido que podría hacerse partiendo de una relación, que debía existir, entre el átomo de hidrógeno y el radio del universo, entonces dado que el radio del átomo de hidrógeno era bien conocido, podía ponerse éste como una cantidad fija y como una incógnita el radio del universo, pero no se podía comprobar el resultado si se hacía de esta manera, así que se sugirió poner una dimensión probable al radio del universo y a partir de ella, calcular el radio del átomo de hidrógeno, de esta manera el resultado podría comprobarse cuando se hicieran los cálculos, quien hizo este cálculo fue Eddington, según narra D. Pedro Zuloaga de la siguiente manera:

"Basado siempre en ciertos ligeros indicios que proporcionaba la Teoría de los Cuantos, incluyó en la llamada "Ecuación de onda" de la dicha teoría (la ecuación que determina las dimensiones del átomo de hidrógeno) un factor consistente, en esencia, en dividir el supuesto radio universal por la raíz cuadrada del número total de protones y electrones existentes en el Universo (calculable éste último desde que se conocía la masa total); y así obtuvo el radio del átomo de hidrógeno con un error de menos de medio tanto en la cantidad previamente medida." <sup>114</sup>

Después de exponerse estas revolucionarias y sorprendentes ideas acerca de la medida del universo y de la constante cosmológica, D. Pedro Zuloaga vuelve a hacer su aparición en las páginas de El Nacional el 18 de octubre, refiriéndose a la concepción poética del universo, como titula a su artículo, y en donde, desde la perspectiva científica, expone lo que podría ser el resumen de las ideas que marcaron el cambio de la concepción del mundo de todas las personas que vivieron en aquella etapa de la historia, las ideas nuevas son: el universo finito, el espacio curvo y el tiempo finito, refiriéndose al primero dice:

"Sin embargo, la gran trascendencia de las recientes investigaciones y descubrimientos no estriba tanto en el ensanchamiento fabuloso de nuestra perspectiva cósmica, cuanto en la comprobación de que el Universo no es infinito. La idea tradicional, sostenida por todos los sabios y profesada tácitamente por todas las personas cultas de los siglos pasado y antepasado, de que sería posible volar en línea recta al través del espacio sin volver jamás a recorrer lo ya andado, carecía de base." <sup>115</sup>

Se puede ver en las palabras de D. Pedro Zuloaga, lo que significaba esta idea en el cambio de su concepción del mundo y, también, que sabía perfectamente que revolucionaba cualquier ideología científica; pero admite que la antigua concepción era un prejuicio, ya que dice no había fundamento para creerlo así.

**El concepto de espacio curvo representa algo muy similar, en cuanto lo revolucionario.**

**"La línea recta no existe; y lo peor, no PUEDE existir. Es una ficción, una entidad conceptual que no corresponde con ninguna entidad física. En lo físico el rayo de luz es el arquetipo de la línea recta; y sin embargo, hoy sabemos que un rayo luminoso, dado el suficiente tiempo, regresa al punto de partida. (Regresa después de haber recorrido todo lo que HAY de espacio; y el tiempo requerido para que regrese es unos diez mil millones de años; pero lo esencial es que regresa." <sup>116</sup>**

**Para finalizar con lo referido por el autor en este artículo, mencionaré el concepto de finitud aplicado al tiempo, que es lo que viene a culminar con las ideas revolucionarias que los intelectuales de todo el mundo trataban de asimilar a todos los niveles.**

**"Y el concepto de finitud del espacio se aplica igualmente al tiempo. El tiempo, de acuerdo con las más recientes doctrinas cosmológicas, no es una duración eterna, sin principio ni fin, sino que empezó en cierto instante y terminará alguna vez. " <sup>117</sup>**

**El último artículo publicado por D. Pedro Zuloaga que se refiere a un tema absolutamente científico, se titula: Deutones y Neutrones. En él se tratan los siguientes puntos: definición tanto de lo que es un deutón como lo que es un neutrón, se da una aplicación de los deutones que es la obtención de neutrones, se mencionan los elementos y sus isótopos, y se habla de algunos, se dice cuales son los isótopos del agua que debieran existir teóricamente, como el agua pesada aclarando que aún no se han encontrado todos sus isótopos. La fecha de publicación de este artículo es el 26 de octubre, y es el penúltimo que se refiere a algún tema científico, y el último que es netamente científico en su contenido. Comenzaré por definir lo que es un deutón a la manera como lo hace el autor.**

**"El deutón , descubierto hace menos de dos años por los doctores Urey y Brickwedde, no encierra nada de misterioso; es simplemente el núcleo de átomo de hidrógeno de doble peso que el ordinario. Es lo que se llama un isótopo de hidrógeno; isótopo significa que ocupa el mismo lugar en la tabla periódica de los elementos de Mendeleev, lo que equivale a decir que todas sus propiedades físicas, químicas y eléctricas son idénticas a las del hidrógeno común y corriente, con la sola excepción del peso atómico."**

**118**

**La definición de deutón, no tiene nada de particular, la única observación que quiero hacer, es la diferencia que hace en cuanto a las propiedades físicas y eléctricas, como si la electricidad no fuera parte de la física. En fin, aparte de la definición de deutón, se le da una aplicación que es de suma importancia, y se expone a continuación.**

**"...el deutón ha encontrado ya una aplicación importante como el proyectil para demoler átomos de diversas sustancias; o más exactamente, como medio de procurarse los proyectiles necesarios. Hasta ahora los proyectiles empleados con ese objeto habían**

sido la partícula Alfa, o núcleo del átomo de helio, compuesto de cuatro protones, y el protón simple. Pero desde el descubrimiento del neutrón, del que hablaremos en seguida, se ha hallado en éste una bala o granada mucho más eficaz que aquellos para destruir átomos." 119

El núcleo del átomo de helio no está constituido por cuatro protones, sino por dos, lo cual ejemplifica una falla más en los conceptos que tenía D. Pedro Zuloaga.

El párrafo descrito anteriormente menciona al neutrón lo que procede es hablar del neutrón, ya que es la partícula que hace importante al deutón, o por lo menos, le da una utilidad.

"A pesar de que ya hace más de dos años que Irene Curie, (la hija de la famosa Marie Sklodowska Curie, la descubridora del radio) y su marido, el joven profesor Joliot pronosticaron su existencia (del neutrón); y año y medio que el doctor Chadwick la comprobó, todavía su naturaleza es un misterio. Se sabe que su peso y su tamaño no andan lejos de los del protón, pero en cambio carece de toda carga eléctrica, positiva o negativa; de donde el nombre de neutrón. La hipótesis más corriente es que se trata de una unión íntima de un protón con un electrón; no a la manera como están asociados estos en el átomo de hidrógeno, sino algo incomparablemente más propinquo, unas diez mil veces más cerca el uno del otro. Pero también podría ser que el neutrón fuese una entidad simple o elemental, y en ese caso el protón sería una ayuntamiento de un neutrón con un positrón." 120

Después de explicar cual es la utilidad de un deutón y también de mostrar la idea que de un neutrón se tenía, se hablará de los elementos y sus isótopos, de acuerdo a la definición que se da, casi todos los elementos debieran tener sus isótopos y en algunos casos una gran cantidad de ellos, todo esto se maneja a nivel teórico y a través de razonamientos inductivos.

"...a partir del helio, los neutrones alternan con los protones de una manera regular. Véase como: El núcleo de helio está integrado por dos neutrones y dos protones (peso 4, carga 2); en el proceso de la síntesis, viene primero a sumarse a este grupo un neutrón; el nuevo átomo seguirá pues siendo helio, puesto que el neutrón carece de carga, y que es el número de cargas nucleares el que determina la naturaleza del cuerpo en cuestión; pero será un helio de peso 5, o sea un isótopo de helio. El siguiente aditamento, será un protón, con lo que el nuevo cuerpo tendrá por peso 6 y carga 3, y será litio, la próxima adquisición es, de nuevo, un neutrón, de suerte que el producto será de peso 7 y carga 3, (litio ordinario, o sea el más común de los dos isótopos de litio). Y así sucesivamente, irán alternando en la síntesis un neutrón y un protón - neutrón-protón- hasta llegar al oxígeno de peso 16, carga 8." 121

Hasta aquí es la primera parte de la clasificación de los isótopos, que de acuerdo a como los describe el autor tienen un comportamiento aritmético muy preciso, particularmente estético, después continua con los siguientes isótopos:

"Pero a partir del oxígeno la regla se altera, y en adelante tenemos dos neutrones sucesivos y luego dos protones -dos neutrones, dos protones- cuando menos hasta la región del fósforo. Más allá no se ha llevado la investigación, pero es probable que la

regla sufra todavía otras alteraciones a medida que se asciende en la escala. Por de pronto, en la zona conocida, esta regla nos explica porque hay tres clases de oxígeno y una sola clase de fluor, tres clases de neón y una sola de sodio, etc. En efecto, la añadidura de un neutrón no altera la especie química, de modo que añadiendo dos neutrones sucesivos tendremos dos nuevas formas de la misma substancia, aparte de la que ya teníamos, o sea en total tres." <sup>122</sup>

**Pero D. Pedro Zuloaga lleva más allá el análisis sobre los isótopos, hace un análisis de la formación de compuestos con elementos isótopos y por tanto la cantidad de isótopos compuestos que debieran existir, el ejemplo que da es el de agua pesada.**

"En el agua ordinaria el hidrógeno de peso uno es 35,000 veces más abundante que el de peso dos; pero por evaporación se logra aumentar la proporción de este último, ya que los átomos cuyo núcleo es un sólo protón se volatizan más fácilmente que los que tienen por núcleo un deutón, dejando así un residuo de agua excepcionalmente pesada. En realidad, debe haber agua de cinco pesos moleculares distintos, a saber: 18, 19, 20, 21 y 22, según que en la composición de sus moléculas no entre ningún deutón, un sólo deutón o dos deutes; y según que el correspondiente átomo de oxígeno sea de peso 16, 17 o 18." <sup>123</sup>

Para concluir esta subsección, me referiré a un artículo publicado el 23 de diciembre por el Ing. Monges López, que se titula, la Física y la Filosofía, en donde no trata temas de ciencia únicamente, sino que se refiere también a los métodos de investigación en física y la actitud de los físicos con respecto a las matemáticas, que me parece que pueden ayudar a generalizar los conceptos ya vistos hasta el momento y a comprender la visión de los autores analizados. Primero me referiré a un método de investigación en física experimental.

"Al investigador físico le interesan los hechos nuevos, tanto los que confirman las teorías antiguas, como los que las contrarían; pero de estos hechos, son los segundos los que más le apasionan, porque le indican la necesidad de revisar las teorías existentes y de repetir los experimentos que se consideraron decisivos para la aceptación de la ley en que se basa la teoría.

Por lo que se refiere a los hechos nuevos que confirman una teoría, pueden presentarse dos casos: primero, cuando esta teoría es universalmente reconocida como válida; en este caso, el hecho, aunque importante no requiere nueva atención, por ser tan sólo una confirmación más de lo ya conocido; y segundo, cuando el hecho nuevo viene a confirmar una teoría aún no suficientemente comprobada; en este caso, la importancia del hecho es muy grande, y puede ser decisiva para la universal aceptación de la teoría.

" <sup>124</sup>

Esta parte, a pesar de que puede parecer obvia, ubicándose en un contexto en donde la investigación experimental no existía, porque no había los medios, es importante; ya que es una manera diferente de llamar la atención de la necesidad de ciencia, entusiasmando a personas a quienes el planteamiento de una investigación podría parecerles importante. De hecho, es posible, que los artículos científicos no fueran escritos para el público en general, sino para un selecto grupo de personas que sirvieran como receptores a todas estas ideas y

que tuvieran la posibilidad de ser los futuros científicos; porque es verdad que había ya un grupo de personas interesadas en la ciencia, pero eran pocos, se requería de adeptos para construir el gran edificio de la ciencia en México. En lo referente a las matemáticas como método de investigación de la física, se dice lo siguiente:

"Los nuevos hechos físicos descubiertos y verificados por los experimentadores pueden tener o no explicación dentro de las teorías científicas aceptadas como válidas. Si es lo primero, se tratará tan sólo de una confirmación de la teoría, pero si es lo segundo, entonces será necesario formular una nueva teoría que explique todo lo conocido y lo nuevamente descubierto, lo cual requiere la formulación de una nueva hipótesis, que analizada y desarrollada matemáticamente compruebe y explique los nuevos hechos y a su vez prevea otros hechos aún no observados. Este análisis siempre requiere amplios conocimientos de matemáticas y muchas veces la creación de una nueva rama de esta ciencia." 125

La manera como se ha referido hasta aquí el autor, con respecto a las matemáticas, es más bien como la herramienta que puede ayudar a los físicos; importantes sí, pero no perfectamente adaptadas a lo que los físicos pudieran necesitar. Los físicos tienen la limitación de las matemáticas descubiertas hasta el momento en que investigan, para usarlas como herramienta, aunque también reconoce que existen grandes matemáticos a quienes se les debe el progreso de la física de la actualidad.

Estos artículos nos muestran en forma general los conocimientos, las especulaciones, las limitaciones y las necesidades de los intelectuales mexicanos de la época, considero de suma importancia el que se hayan publicado.

## ACONTECIMIENTOS

En El Nacional, más allá de darse información de las gestiones que se realizaban para la creación de la Facultad de Ciencias o de los Institutos de Investigación, se daban noticias más generales, referentes a los acontecimientos científicos que ocurrían en México. Esta subsección estará dedicada a la mención o cita de algunos de tales hechos.

El 18 de julio se menciona el curso de Historia de las Matemáticas que daba en la Facultad de Filosofía D. Sotero Prieto. El 31 de octubre se habla de algunos investigadores extranjeros que vinieron a hacer trabajos a México, de lo cual se dice:

"Ultimamente por razones geográficas han llegado a nuestro país Doctores en Ciencias de otras universidades, que como Compton de la Universidad de Chicago, Johnson del Instituto Franklin de Filadelfia y Korff del Instituto Tecnológico de California, andan en busca de la resolución del misterio de los rayos cósmicos. Estos doctores al llegar nos expresaron sus deseos de ponerse en contacto con los profesores y alumnos de física moderna de nuestra Universidad, y tuvimos que confesarles llenos de vergüenza que no existen estas cátedras en nuestra casa de estudios." 126

Los siguientes acontecimientos se publicaron el 25 de diciembre, en un artículo que compila la información y menciona, precisamente, que 1933 es el año científico, de hecho, este es el título que lleva. Dado que no hay mucho que comentar de estos eventos por falta de información, me limitaré a hacer las citas que publica El Nacional, mencionando antes cuál es el hecho al que se refiere:

Se habla del Congreso Internacional de Estadística.

"(El centenario de la Sociedad de Geografía y Estadística) motivó que fuese celebrado en la metrópoli el Congreso Internacional de Estadística, cuya importancia ya ha sido expuesta por los observadores que concurrieron a él y que sirvió entre otras cosas para hacer notar a todos los pueblos que en México no andamos en cuatro patas en lo que se refiere a técnica y conocimiento y que en algunos temas hemos sido abanderados." <sup>127</sup>

Después se refiere a la constitución de la Sociedad para el Progreso de la Ciencia en México, de igual modo:

"...acaba de ser constituida la Sociedad para el Progreso de la Ciencia en México, filial de la British y de la American Societies for the Advancement of Science. El presidente de esta nueva institución es el Ingeniero don Ricardo Monges López y el presidente honorario don Manuel Sandoval Vallarta, catedrático de Física Teórica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts." <sup>128</sup>

Las personalidades nombradas en la cita anterior fueron de gran trascendencia para la ciencia en México, Don Ricardo Monges López sería, como ya se vio en el capítulo anterior, el primer Director de la Facultad de Ciencias, D. Ricardo no era la única persona que estaba en condiciones de ocupar dicho cargo; pero fue a quien las autoridades universitarias consideraron más apto para ocuparlo.

La siguiente noticia se refiere a la instalación de un Laboratorio para rayos cósmicos.

"El problema de las radiaciones cósmicas ha despertado vital interés en México y se hacen ya preparativos para instalar en el Valle una estación permanente de mediciones de rayos cósmicos, la cual será magnífico laboratorio experimental para estudiantes y profesores que ansían ampliar sus conocimientos " <sup>129</sup>

A continuación se menciona de un curso de física teórica que fue impartido por D. Manuel Sandoval Vallarta.

"El doctor Sandoval Vallarta, nuestro eminente compatriota, colaboró en algunos de esos trabajos (investigación de rayos cósmicos) y sustentó un curso de física teórica en la Facultad de Filosofía y Letras, sección de ciencias." <sup>130</sup>

Se hace referencia a una de las causas de que 1933 hubiera sido el Año Científico, el centenario de la Escuela de Medicina.

"La Escuela de Medicina al cumplir cien años de existencia, ha logrado transformarse gracias a empeños colectivos bien encauzados por la atingencia del distinguido doctor Ignacio Chávez, en un establecimiento moderno de enseñanza y de investigación, de

academia y de foro, capaz de honrar con el entusiasmo juvenil por el trabajo, toda la ilustre tradición que refulge en la historia del medicato mexicano. La cantidad de ensayos, memorias, discursos y opúsculos presentados con motivo de este centenario por los médicos más conspicuos del país y algunos extranjeros, llenaría en su sola enumeración varias columnas de esta plana..."<sup>131</sup>

Como penúltima noticia a la que me referiré, se menciona el fomento a la historia de la ciencia.

"El Centenario de Díaz Covarrubias, limitado en extensión a un círculo menor de actividades, bastó para despertar interesantes estudios sobre la historia de la ciencia en México y aquilatar la valía de este hombre singular..."<sup>132</sup>

La última noticia que se menciona es respecto al Primer Congreso Mexicano de Historia.

"En el mes de noviembre fue celebrado en Oaxaca el Primer Congreso Mexicano de Historia, en el que se presentaron numerosísimos trabajos de toda índole y en el que hizo sentir la predominancia del método científico en la investigación, lográndose orientaciones culturales que producirán buen efecto en corto tiempo."<sup>133</sup>

Para finalizar este capítulo tan extenso sobre las publicaciones de *El Nacional*, quiero citar un artículo de autorreferencia, en donde puede ubicarse a *El Nacional* dentro de la época, dice lo siguiente:

"Pocos periódicos del mundo pueden envanecerse de contar con un grupo de personas dedicadas a hablar desde sus columnas sobre el tema de nuestro tiempo (la ciencia); el *New York Times* sólo dispone de dos especialistas."<sup>134</sup>

Terminaré diciendo lo que significó 1933, para los autores de los artículos analizados.

"Un primer año de esperanza, en el que se han anunciado las más felices promociones en el campo de la actividad científica en nuestro país: un año que es ya índice de un renacimiento, por nosotros anunciado y propalado desde estas columnas, ha sido el de 1933 para los destinos de la ciencia y de la filosofía científica en México."<sup>135</sup>

<sup>1</sup> 25-enero-1933 *La Tecnochracia* Agustín Aragón Leyva.

<sup>2</sup> 25-enero-1933 Ob. Citada.

<sup>3</sup> 25-enero-1933 Ob. Citada

<sup>4</sup> 25-enero-1933 Ob. Citada

<sup>5</sup> 25-enero-1933 Ob. Citada

<sup>6</sup> Si el lector quiere ver todos los incisos puede consultar el Apéndice B.

<sup>7</sup> 3-febrero-1933 *El Reto de la Tecnochracia* por Agustín Aragón Leyva.

<sup>8</sup> 3-febrero-1933 Ob. citada

<sup>9</sup> 9-febrero. *Crisis de la Tecnochracia* por Agustín Aragón Leyva.

<sup>10</sup> 9-febrero. *Crisis de la Tecnochracia* por Agustín Aragón Leyva.

<sup>11</sup> 15-febrero. *La Nueva Economía* por Pedro Zuloaga.

<sup>12</sup> 15-febrero. Ob. citada.

<sup>13</sup> 15-febrero. Ob. citada.

<sup>14</sup> 15-febrero. Ob. citada.

- 
- 15 15-febrero. Ob. citada.  
16 24-octubre El problema social, Ricardo Monges López  
17 24-octubre Ob. citada  
18 24-octubre Ob. citada  
19 21-Noviembre Saber y Utilidad, Pedro Zuloaga.  
20 Informe del Ing. Ricardo Monges López al Consejo Técnico de la Facultad de Ciencias, en su sesión fecha 11 de octubre de 1946.  
21 11-abril-1933. La Nueva Orientación filosófica por el Ing. Ricardo Monges López.  
22 11-abril-1933. Ob. citada.  
23 13-mayo El interés popular por la ciencia por Ricardo Monges López.  
24 21-junio El Renacimiento Científico por Agustín Aragón Leyva.  
25 21-junio-1933 Ob. citada.  
26 21-junio-1933 Ob. citada.  
27 21-junio-1933 Ob. citada.  
28 21-junio-1933 Ob. citada.  
29 21-junio-1933 Ob. citada.  
30 21-junio-1933 Ob. citada.  
31 21-junio-1933 Ob. citada.  
32 18-julio De la Historia de la Ciencia, Agustín Aragón Leyva.  
33 25-julio Los Valores Científicos Mexicanos.  
34 25-julio Ob. citada.  
35 25-julio Los Ob. citada.  
36 25-julio Los Ob. citada.  
37 22-agosto. La Unidad de la Ciencia por Ricardo Monges López.  
38 22-agosto. Ob. citada.  
39 22-agosto. Ob. citada.  
40 19-sept., Conocimiento de nuestro medio, Agustín Aragón Leyva.  
41 19-sept., Ob. citada.  
42 19-sept., Ob. citada.  
43 20-octubre, La Labor Científica de la Universidad.  
44 20-octubre, Ob. citada.  
45 20-Octubre, Ob. citada.  
46 31-Octubre, El Problema Científico de la Universidad, Ricardo Monges López.  
47 31-octubre, Ob. citada.  
48 31-octubre, Ob. citada.  
49 31-Octubre, Ob. citada.  
50 31-Octubre, Ob. citada.  
51 22-agosto. Ob. citada.  
52 17-agosto, La Ciencia es Una, Pedro Zuloaga.  
53 11-abril, La Nueva Orientación Filosófica, Ricardo Monges López.  
54 11-abril, Ob. citada.  
55 11-abril, Ob. citada.  
56 11-abril, Ob. citada.  
57 11-abril, Ob. citada.  
58 13-mayo, Ob. citada.  
59 21-junio, Ob. citada.  
60 21. junio, Ob. citada.  
61 30.junio, ¿Se crea la materia? Pedro Zuloaga.  
62 31-julio, , De la Inutilidad de la Ciencia, Agustín Aragón Leyva.  
63 31-Octubre, ob. citada.  
64 4-Noviembre, La Agonía del Materialismo, Pedro Zuloaga.  
65 4-Noviembre, Ob. citada.  
66 23-Diciembre, La Física y la Filosofía, Ricardo Monges López.

- 
- 67 23-Diciembre, Ob. citada.  
68 23-Diciembre, Ob. citada.  
69 3-febrero, Ob. citada.  
70 12-abril El Positrón, Pedro Zuloaga.  
71 12-abril, Ob. citada.  
72 12-abril, Ob. citada.  
73 12-abril, Ob. citada.  
74 12-abril, Ob. citada.  
75 12-abril, Ob. citada.  
76 12-abril, Ob. citada.  
77 13-mayo, Ob. citada.  
78 13-mayo, Ob. citada.  
79 13-mayo, Ob. citada.  
80 22-mayo, Ondas electromagnéticas, Pedro Zuloaga.  
81 22-mayo, Ob. citada.  
82 22-mayo, Ob. citada.  
83 30-junio, Ob. citada.  
84 30-junio, Ob. citada.  
85 30-junio, Ob. citada.  
86 30-junio, Ob. citada.  
87 30-junio, Ob. citada.  
88 30-junio, Ob. citada.  
89 30-junio, Ob. citada.  
90 30-junio, Ob. citada.  
91 22-julio El Cuarto Estado de la Materia Ricardo Monges López.  
92 22-julio, Ob. citada.  
93 22-julio, Ob. citada.  
94 22 julio Ob. citada.  
95 Al Margen de la Teoría Lemaitre-Vallarta, por Joaquín Gallo.  
96 9-agosto La Atmósfera y sus subdivisiones, Pedro Zuloaga.  
97 9-agosto, Ob. citada.  
98 9-agosto, Ob. citada.  
99 9-agosto, Ob. citada.  
100 9-agosto, Ob. citada.  
101 17-agosto, Ob. citada.  
102 17-agosto, Ob. citada.  
103 22-agosto, Ob. citada.  
104 22-sept. La Física Moderna, Ricardo Monges López.  
105 22-sept, Ob. citada.  
106 22-sept., Ob. citada.  
107 22-sept., Ob. citada.  
108 22-sept., Ob. citada.  
109 22-sept., Ob. citada.  
110 3-octubre, La constante cosmológica, Pedro Zuloaga.  
111 3-oct., Ob. citada.  
112 3-oct., Ob. citada.  
113 3-oct., Ob. citada.  
114 3-oct., Ob. citada.  
115 18-oct., Concepción poética de la cosmología moderna, Pedro Zuloaga.  
116 18-oct., Ob. citada.  
117 18-oct., Ob. citada.  
118 26-oct., Deutones y Neutrones, Pedro Zuloaga.  
119 26-oct., Ob. citada.  
120 26-oct., Ob. citada.  
121 26-oct., Ob. citada.

- 
- 122 26-oct., Ob. citada.  
123 26-oct., Ob. citada.  
124 23-dic., Ob. citada.  
125 23-dic., Ob. citada.  
126 31-oct., Ob. citada.  
127 25-diciembre El Año científico, Agustín Aragón Leyva.  
128 25-dic., Ob. citada.  
129 25-dic., Ob. citada.  
130 25-dic., Ob. citada.  
131 25-dic., Ob. citada.  
132 25-dic., Ob. citada.  
133 25-dic., Ob. citada.  
134 25-dic., Ob. citada.  
135 25-dic., Ob. citada.

## CAPÍTULO 4

### DON SOTERO PRIETO: EL MAESTRO Y EL INVESTIGADOR

"Don Sotero Prieto perteneció a una generación de mexicanos notables entre los cuales se encontraban, en distintas áreas, Antonio Caso en Filosofía, José Vasconcelos en Educación, Diego Rivera en Pintura, Alfonso Reyes en Literatura. Todos ellos fueron cumbres en sus áreas y Sotero Prieto lo fue en Matemáticas.

Sotero Prieto fue el originador indudable del movimiento matemático moderno en México. Fue un personaje extraordinario, seguramente incomprendido. Mi opinión de él es seguramente imperfecta, yo lo veía como alumno. Graeff y yo le decíamos el viejo Sotero y el viejo Sotero murió a los 50 años. La idea que teníamos de la vejez y de la juventud ha cambiado totalmente; ahora veo que murió en la plenitud de la vida, de la inteligencia y de sus poderes mágicos como profesor."<sup>1</sup>

La cita anterior es uno de los comentarios más completos que he escuchado acerca de Don Sotero Prieto; su autor es el Dr. Alberto Barajas, uno de los discípulos predilectos del Maestro. Qué mejor que mostrarlo en su justa dimensión, entre los grandes de su época. Es lamentable que sea tan poco conocido en círculos externos a las matemáticas y la física en México.

A continuación presento una breve semblanza biográfica del Don Sotero. Ésta es el resultado tanto de diversas entrevistas que realicé como de investigación documental. Los entrevistados fueron el Dr. Alberto Barajas, el Dr. Alfonso Nápoles y el Dr. Carlos Prieto; los dos primeros me hablaron de la faceta académica de Don Sotero, en cuanto a su vida familiar, el Dr. Carlos Prieto fue quien me proporcionó más datos.

Don Sotero Prieto Rodríguez nació el 25 de diciembre de 1884, en la ciudad de Guadalajara, en donde vivía la familia Prieto. Su padre, Raúl Prieto González Bango, era Ingeniero Minero, muy interesado en la ciencia y aficionado a la astronomía. Su madre, doña Teresa Rodríguez de Prieto, una mujer típica de su época. Sotero desde muy pequeño demostró una gran inteligencia, por lo que los padres decidieron llevar un diario para registrar sus avances. Se cuenta que antes de que aprendiera a leer ya identificaba cierto número de numerales. Fue muy precoz y aprendió a muy temprana edad las operaciones aritméticas.

Por el año de 1898, debido al trabajo del padre, toda la familia se fue a radicar a la ciudad minera de Real del Monte, Hidalgo, que en aquella época era uno de los centros de mayor producción de plata en el país. Aproximadamente veinte años después, alrededor de 1908, poco antes del inicio de la Revolución, la familia se trasladó a la Ciudad de México. Vivieron en el barrio de San Ángel, en la calle de Rafael Checa No. 35.

Sotero fue el hijo mayor de seis, cuatro hombres y dos mujeres. Todos los hermanos varones de la familia Prieto estuvieron de alguna u otra manera interesados por la ciencia y la tecnología, Sotero se distinguía entre ellos, por ser quien tenía pensamiento más abstracto.

Sus tres hermanos, llegado el momento, marcharon a la Revolución. Sotero fue el único que se quedó en casa durante el conflicto, en el cual, por cierto, murió su hermano Carlos, en 1915.

El año de 1917, murió el padre de Sotero y ese mismo año se casó con Doña Isabel Río de la Loza. El hecho de no haber guardado luto el tiempo suficiente, fue muy mal visto por su familia y desde ese momento comenzaron a rechazarlo. Su esposa nunca fue bien recibida en la familia. El matrimonio procreo cuatro hijos: Raúl, Agustín, Juan y Sotero, quienes nacieron entre 1918 y 1924.

En cuanto a su vida académica hay mucho que contar, ingresó a la Escuela Nacional de Ingeniería en el año de 1902, fue un alumno destacado en las materias de física y matemáticas; sin embargo no presentó exámenes de ninguna de las trece materias de Dibujo Arquitectónico, ni de las seis materias de Dibujo de Máquinas, ni Dibujo Topográfico. No lo hizo ni en el año que le correspondía presentar los exámenes de acuerdo al plan de estudios, ni tampoco en años posteriores. Obtuvo las calificaciones más altas en Geometría Descriptiva, Matemáticas Superiores, Topografía e Hidrografía y Mecánica Analítica, en cuya acta aparece la siguiente nota: "el Jurado hace mención especial del Sr. Sotero Prieto, por sus conocimientos manifestados en el examen".

La calificación máxima era PB, la siguiente MB. Cada sinodal daba una calificación y aparecían todas en el acta, la calificación mínima que obtuvo en materias de Matemáticas y Física fue MB.

Finalmente, no se recibió como Ingeniero, por no haber presentado nunca los exámenes de las materias de Dibujo.

Como se mencionó anteriormente, Don Sotero siempre tuvo una particular inclinación por las Matemáticas, lo cual fue producto de una marcada influencia de su padre, quien había estudiado en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Guadalajara, había sido Profesor de Matemáticas y le heredó los libros con los que contaba. No hay que perder de vista que Guadalajara se caracterizaba, a mediados del siglo pasado, por ser uno de los centros más aventajados con respecto a la educación superior.

El dominio que tenía de Matemáticas y Física hizo que se convirtiera en Profesor de Matemáticas de la Escuela Nacional Preparatoria a finales de la primera década de este siglo. Muy pronto se destacó en su labor docente, a pesar de su corta edad, pues apenas contaba con veintitantos años.

En 1912 empezó a dar sus primeras cátedras en la ENI y en ese mismo año dio el primer curso de Matemáticas de alto nivel que se dio en la Escuela Nacional de Altos Estudios, el cual fue Teoría de las Funciones Analíticas. Al terminar este curso dio un informe detallado sobre el mismo y el Secretario de la ENAE, a nombre del Sr. Director de dicha Escuela, le agradeció por su

eficacia. Esto no fue nada extraño, ya que siempre se caracterizó por ser ordenado y formal.

A los treinta años Don Sotero ya contaba con el respeto de la comunidad académica; sus colegas lo reconocían como el experto en Física y Matemáticas en México.

En 1914, Manuel Torres Torija, que era toda una autoridad entre los Ingenieros, tenía lista la versión preliminar de un libro que publicaría más adelante "Matemáticas Superiores", en la dedicatoria a Don Sotero de una versión manuscrita y mimiografiada dice: "A mi muy querido amigo, al Sr. prof Sotero Prieto. Animoso y benévolo padrino de este libro que hoy ve la luz, con mi gratitud más sincera. El Autor."

Esta es una clara muestra del respeto que tenían por él los académicos. Se dice que era amigo de Don Joaquín Gallo, el Director del Observatorio Astronómico, quien fue otra personalidad muy importante entre los intelectuales de fines del siglo pasado y principios de éste.

Don Sotero Prieto continuó como profesor de la ENI y de la ENP. En 1924 fue nombrado Jefe de Matemáticas de esta última Escuela; la propuesta para que ocupara el cargo fue hecha por el Director de esta institución. El año de su nombramiento era Rector de la Universidad Ezequiel A. Chávez, quien le pidió que en su calidad de Jefe de Matemáticas de la ENP organizara "seminarios" que comprendieran nuevos puntos de vista referentes a la enseñanza de Matemáticas y a sus métodos... "los seminarios se tomarán en cuenta en la Facultad de Altos Estudios como parte de los requisitos para obtener un certificado."<sup>2</sup> El Rector estaba bien enterado de la situación de las Matemáticas en la Universidad, siempre estuvo preocupado por cuestiones científicas, es por eso que reconociendo la figura de Don Sotero le hizo una petición tan específica en cuanto a su labor.

Otro foro de gran importancia para Don Sotero fue la Sociedad Alzate, de la cual fue miembro, al menos desde 1911. El 7 de agosto de ese año presentó un trabajo cuyo título fue "Sobre una propiedad de las Epicicloides: Nota de Geometría Cinemática", lo analizaré un poco más adelante, es un artículo elegante de Geometría, sin ser muy profundo. El 3 de abril de 1916 presentó el trabajo "Valuación de series poco convergentes", a pesar de ser un tema muy diferente al anterior, se nota un incremento en el grado de dificultad. El último artículo que localicé en las Memorias de la Sociedad Alzate es de junio de 1932 y lleva por título "Las Definiciones Aritméticas y la Enseñanza"; en él hace un análisis profundo de conceptos sencillos y los enfoca a través de la enseñanza, no tiene un alto grado de dificultad, pero podría ser aplicable hasta la fecha en la enseñanza de algunos conceptos físicos y matemáticos.

En la Sociedad Alzate fue líder de la Sección de Ciencias Físicas y Matemáticas y fue de los mayores promotores de estas disciplinas en dicha Sociedad, como lo menciona el Dr. Nápoles:

"No quiero dejar sin mencionar el apostolado del señor Prieto para formar y conservar las actividades de una Sociedad de Matemáticas, que dependiendo de esta Academia Nacional de Ciencias, ha venido trabajando con entusiasmos desde su fundación, en

mayo de 1932, hasta la fecha. Las sesiones son todos los viernes y no hemos dejado de reunirnos durante los tres años consecutivos que lleva de existencia. En estas sesiones se han desarrollado pláticas y conferencias tanto de profesores como de alumnos del ciclo superior de Ciencias de la Facultad de Matemáticas y Física de la Universidad Nacional. Don Sotero, con su presencia y con su cooperación, ya sea en pláticas o en críticas, contribuyó mucho por el cultivo de las ciencias exactas entre los asistentes a estas reuniones."<sup>3</sup>

Esta fue una época difícil para las Matemáticas en México. Dicha situación se puede corroborar con el comentario del Ing. Ricardo Monges López en el discurso de 25 Aniversario de la Facultad de Ciencias, en donde dijo, refiriéndose al año 1932:

"Como líder de las ciencias Biológicas estaba en aquel tiempo el Maestro Don Isaac Ochoterena y de las ciencias Físicas y Matemáticas el Maestro Don Sotero Prieto. Ambos tenían el mismo ideal: el estudio de las ciencias por la ciencia misma, pero Don Isaac, aunque tuvo muchos opositores, se adaptó al medio y logró su propósito, pero Don Sotero no quiso transigir y su departamento no se desarrolló."<sup>4</sup>

Entre 1931 y 1933 Don Sotero impartió algunas lecciones sobre Historia de las Matemáticas en la Facultad de Filosofía y Letras. A dichas lecciones asistían personas interesadas por las Matemáticas, que tenían profesiones diversas y que se fascinaban con las lecciones de Don Sotero. Fue muy importante el hecho de que Don Antonio Caso fuera entonces el Director de la Facultad de Filosofía y Letras, ya que siempre simpatizó con las ciencias y sabía que Don Sotero era un experto en Matemáticas. Fue tan importante este curso que hasta Agustín Aragón lo mencionó en uno de sus artículos del periódico *El Nacional*, y podría esperarse que su opinión fuera contraria a la de Antonio Caso, ya que sostuvieron una polémica pública por varios años sobre asuntos académicos.

En 1933, Don Sotero fue nombrado Jefe de Grupo de Ciencias Físicas de la ENP.

Algo que le pesó mucho a Don Sotero fue la falta de consistencia en cuanto a la importancia que le daba la Universidad a la Física y las Matemáticas, porque dependía de las autoridades universitarias, quienes no tenían clara, salvo en contados casos, la importancia de estas disciplinas.

Las publicaciones de Don Sotero no fueron muchas: además de sus ponencias incluidas en las Memorias de la Sociedad Alzate y de las notas del curso de Historia de las Matemáticas publicadas recientemente, encontré otras en una revista de cultura general llamada *El Maestro*; en ella publicó dos artículos, en los años de 1921 y 1923, respectivamente, con título "La Teoría de la Relatividad", que serán analizados más adelante. Estos artículos se caracterizan por su claridad, incluso, por esta razón, fueron recomendados en un libro de Teoría de la Relatividad, escrito por Juan Mateos en 1923. Después de relatar los acontecimientos más notables de la vida de Don Sotero, quiero profundizar en dos aspectos que fueron la médula de su vida académica: la docencia y sus publicaciones.

## **Sotero Prieto como Profesor**

El papel que desempeñó Sotero Prieto como profesor fue fundamental para que se pudieran crear la Facultad de Ciencias y los Institutos de Física y Matemáticas de la UNAM. Él fue quien sembró el gusto por las Matemáticas y la Física en algunos preparatorianos e ingenieros. Sin esto, toda la infraestructura para la profesionalización de estas disciplinas no hubiera servido de nada.

Para que el lector pueda imaginarse físicamente al Maestro, haré referencia a una descripción suya.

"En aquel entonces destacaba, en las áreas de matemáticas y físicas, un laureado profesor de temperamento enérgico de gran estatura corporal y de expresión afable y a veces tajante, envuelta en suave voz que traducía una profunda dignidad; de rostro largo y adusto, adornado con bigote rebelde y algo alborotado, de vestir modesto y no sobrio, de mirada profunda, viva y cálida, medio escondida tras unos anteojos de montura fina y de cristales gruesos, que acusaban la presencia de la miopía ya desarrollada. Este distinguido preceptor era, precisamente, don Sotero Prieto Rodríguez."<sup>5</sup>

Para remarcar la trascendencia de la labor docente del Maestro he querido hacer citas textuales de dos de sus alumnos más destacados, el Dr. Barajas y el Dr. Nápoles, pues, ¿quién puede describir mejor a un profesor que uno de sus alumnos? Cedo la palabra al Dr. Barajas, en primer lugar:

"Realmente fue un profesor extraordinario, provocó en casi todos sus discípulos una fascinación por la ciencia. A mí me dio clases desde la preparatoria, en la ENP. Fue mi profesor de Geometría Analítica y me impresionó. Fue de las personas que más influyeron para que yo siguiera la carrera de matemático.

Entré a Ingeniería. Los que teníamos vocación matemática, seguíamos la carrera de Ingeniería, que era lo que más se aproximaba a lo que nos gustaba, ya que no existía la carrera de matemático. En Filosofía y Letras, donde era director Don Antonio Caso, gran admirador de las matemáticas, se establecieron unos cursos de ciencia, de Matemáticas y de Física. Uno de los cursos era el de Historia de las Matemáticas y lo daba Sotero Prieto, por el año 1932, porque en 1933 ya nos daba Mecánica Analítica, también en Filosofía. Los cursos superiores eran los que se daban en la Escuela de Ingenieros.

Tenía una visión muy particular de los hombres de ciencia. Pensaba que genios tan grandes como Newton o Leibnitz eran incapaces de tener envidias o celos, como cualquier ser humano común. Pensaba que estaban en el Olimpo. Cuando relataba la pugna que había existido entre los dos por el descubrimiento del Cálculo, trataba de presentarla de manera que salieran lo menos lastimados posibles en su reputación estos dos genios, que fueron dos de sus ídolos. Para él los genios eran seres humanos perfectos.

La imagen que tengo de Sotero Prieto es la de una persona muy apasionada, también muy cruel con sus alumnos cuando se equivocaban. Incluso lo hacía con los alumnos favoritos. Y aunque era un crítico feroz, se expresaba muy bien de sus discípulos, cuando hablaba de ellos con sus amigos. Tenía una gran fe en las nuevas generaciones, sentía que iban a adelantar mucho más en matemáticas que las viejas generaciones."<sup>6</sup>

Por otro lado, el Dr. Nápoles comentó:

"Sotero Prieto fue mi profesor de matemáticas en la Escuela de Ingenieros. Entré ahí en 1916. Tuve amistad con él después de que fuera mi profesor, el año 1921. Fue un gran maestro, brillante; le daba mucho a los alumnos a los cuales él interesaba a estudiar matemáticas. Él fue autodidacta, todo lo aprendió por su cuenta. A Sotero Prieto le debo mi conocimiento y el gusto por las matemáticas. No tuvo las facilidades para salir al extranjero como las tuvimos otros. Cuando yo estuve fuera él me escribía y me decía: 'Lo envidio a usted Alfonso, yo hubiera querido tener todo esto hace 10 años.'"<sup>7</sup>

Es muy importante hacer notar que ambos reconocen que el Maestro ejerció cierta influencia para que estudiaran Matemáticas y parte de su labor docente fue detectar a los talentos que, por primera vez, se dedicarían profesionalmente a hacer Matemáticas y Física en México.

Finalmente, sus discípulos, aquellos a quienes entusiasmo para estudiar Matemáticas, fueron los que construyeron el edificio académico e institucional, del cual Don Sotero había puesto la primera piedra.

Don Sotero no pudo verlo pues se suicidó el miércoles 22 de mayo de 1935, en la Calle de Génova número 2. Fue un hecho premeditado, pues desde dos noches antes fue a despedirse de algunos de sus familiares.

Así como empecé mencionando a Don Sotero junto a los grandes personajes de principios de este siglo, así también quiero marcar la diferencia que pudo haber existido entre ellos y Don Sotero, ya que ellos eran producto de una tradición de sus disciplinas y Don Sotero se sintió sólo, sin tradición, intentando convencer al mundo que las Matemáticas y la Física eran importantes y logró convencer a sus discípulos, pero probablemente no tuvo conciencia de las implicaciones de su obra.

Para continuar con la faceta docente del Maestro, citaré algunos pasajes del "Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto" que escribió el Dr. Nápoles como homenaje póstumo a su maestro y leyó en la Sociedad Alzate.

En cuanto al método que ocupaba para enseñar dice lo siguiente:

"En muchos aspectos la personalidad de Don Sotero tiene mucho contacto con un pensador de la antigüedad. Me parece ver en Don Sotero a un Sócrates del siglo XX. Don Sotero no ejerció ninguna profesión lucrativa. Se dedicó a la enseñanza de las matemáticas. Severo y de recursos inagotables aconsejaba a sus alumnos, aun en los asuntos más insignificantes del aprendizaje. En oposición constante con la sabiduría aparente, sólo trataba de llegar a la comprensión exacta de las cosas y adquirir una verdadera sabiduría. Don Sotero como Sócrates, al enseñar extraía la sabiduría de la conciencia de los mismos alumnos, alumbrándola y despojándola del error en que generalmente estaba envuelta. Don Sotero era socrático en el método. Con singular aptitud guiaba poco a poco a sus alumnos para que encontraran una respuesta cada vez más acertada. El mismo alumno se daba cuenta del error y extraía la verdad de sus mismas ideas."<sup>8</sup>

Don Sotero Prieto siempre estuvo profundamente preocupado por la enseñanza de las Matemáticas e incluso publicó, en 1925, un documento

titulado "Las matemáticas elementales en la Escuela secundaria: dos métodos de enseñanza". De ahí fueron tomadas las siguientes citas:

"Perdamos de vista, por un momento, el interés de instruir vigorosamente a los estudiantes, es decir, de hacerles adquirir conocimientos bien asimilados, y sólo consideremos la función educativa del método de redescubrimiento comparada con la que es propia de la enseñanza dogmática.

No se trata ya de hacer una apreciación de los conocimientos útiles que obtienen los alumnos sometidos a uno u otro método de enseñanza. Ahora lo que interesa es comparar la actitud que ante una dificultad cualquiera asumirá un joven, según sea el tipo de la enseñanza que hubiere recibido. Porque aparte de los conocimientos obtenidos en la Escuela, el estudiante adquiere hábitos y cultiva tendencias para tomar ciertas actitudes más bien que otras. Nuestra conducta mental, resultante de esos hábitos y tendencias, se revela por la actitud mental que asumimos frente a un problema nuevo, y depende, no tanto del caudal de conocimientos, como de la educación intelectual que hemos recibido.

Instruir es impartir conocimientos. Educar es formar hábitos. El mejor partido, el mayor provecho que podamos sacar de nuestro acervo de conocimientos, requiere buenos hábitos, y si éstos no se cultivan, si no progresamos en nuestra conducta mental, de poco nos servirá ampliar nuestra instrucción."<sup>9</sup>

Y a partir de esto, comenta Don Alfonso:

"Don Sotero no sólo se preocupaba por instruir sino más bien por educar. ¿Quién no recuerda la especial atención que ponía en sus lecciones orales para lograr que sus alumnos se expresaran con claridad, rigor y precisión en el lenguaje matemático? ...Sabía estimular a sus discípulos y compañeros para el trabajo original y cooperaba efectivamente con ellos en la investigación. En sus cátedras predominaba el método de redescubrimiento."<sup>10</sup>

Una detallada descripción de cómo eran las clases de Don Sotero la da Don Alfonso en la siguiente cita, en donde hace énfasis en cómo pasaba de lo particular a lo general:

"El señor Prieto inmediatamente conquistaba en sus cátedras y conferencias la admiración y el respeto de sus oyentes, por su ostensible competencia, por la elegancia y originalidad de su exposición, por esa notable claridad y precisión tan características en su lenguaje y ese su afán y facilidad para hacer que los alumnos adquirieran ideas claras sobre los conceptos fundamentales de las matemáticas. Difícilmente se encontrará en México un maestro que iguale en este respecto a don Sotero.

El alumno notaba inmediatamente un fuerte contraste, una elevación de nivel, una diferencia muy significativa entre la enseñanza tradicional de las matemáticas y la enseñanza de las matemáticas en la cátedra del maestro Prieto. Por mucho tiempo las matemáticas se estudiaron aliborrando al alumno, desde las primeras clases, con un gran número de definiciones defectuosas, y haciéndolo memorizar muchas proposiciones mal comprendidas. Se estudiaba, casi siempre, primero lo abstracto y general, para llegar después por simple deducción a lo concreto y particular. Por ejemplo, en el Binomio de Newton, se exponía de buenas a primeras la ley general para un exponente cualquiera, y después, como simples aplicaciones se estudiaban casos particulares y concretos.

Con el señor Prieto revolucionó notablemente la enseñanza de las matemáticas en México: Introdujo por vez primera en la enseñanza secundaria y superior en nuestro país, las nuevas orientaciones pedagógicas, casi simultáneamente como se hacía en

otros países civilizados. Siempre comenzaba por lo particular, para llegar después a lo general; de lo concreto para llegar a lo abstracto y de la observación o experimentación directa para llegar a la existencia de algún principio o propiedad que en seguida se justificaba por la vía deductiva." <sup>11</sup>

Don Sotero además de su genuina preocupación por la enseñanza de las Matemáticas, también tenía un profundo amor por esta ciencia y pasaba los días dedicado a la investigación matemática, decidido a desentrañar todos los misterios que pudiera esconder esta ciencia. Esa es precisamente la otra gran aportación de Don Sotero, haber vivido la experiencia de cómo se hace investigación en matemáticas. Si se evalúa fríamente el producto final de sus investigaciones no se tienen grandes resultados; pero el hecho de haberse tomado la molestia de aprender a investigar por su cuenta y compartir esta experiencia con sus alumnos, fue lo que permitió que hubiera investigadores más tarde. Con respecto a su habilidad como investigador dice el Dr. Nápoles:

"Extraordinariamente familiarizado con la matemática clásica y su evolución y muy entendido en los nuevos progresos de las ciencias matemáticas y de la física teórica, constituía don Sotero un alto exponente de la cultura superior en México. Concurrían en él, de una manera brillante, dos raras cualidades: la de educador y la de investigador. Yo he tenido la oportunidad de conocer a un buen número de profesores de matemáticas en México, y a algunos en el extranjero, y he comprobado lo difícil que es encontrar a un catedrático que tenga a la vez aptitudes aceptables para la investigación y para la enseñanza. Recuerdo el caso que observé y que me dejó muy impresionado, de un excelente investigador entre los mejores matemáticos de Boston, Massachusetts, con notorias deficiencias para la enseñanza. Con mucha frecuencia, buenos investigadores no son buenos educadores, y hasta ni siquiera aceptables expositores. Por eso es que en don Sotero se admira esa doble cualidad. El profesor Prieto se distinguió notablemente como maestro y también se distinguió notablemente por sus aptitudes para la investigación."<sup>12</sup>

El hecho de que Don Sotero hiciera investigación, le permitió percatarse de los errores conceptuales que tenía la comunidad matemática y física de la época y de los cuales no había conciencia. A esto se refiere Don Alfonso cuando lo denomina "crítico de las matemáticas".

"Antes del señor Prieto, abundaban en las matemáticas de México lugares comunes falsos; Malas definiciones, casi erróneas; torcidas interpretaciones; conceptos oscuros y faltos de rigor, que de generación en generación pasaban como una herencia intocable, pero no por respeto o veneración, sino por falta de aptitud y de crítica para poner las cosas en el lugar que les correspondía. Todo esto se trasluce a través de los textos de entonces.

No es de llamar la atención este estado caótico de la matemática en México, pues era consecuencia lógica de la manera de improvisar del profesorado, de la falta de cursos de matemática pura, que sirvieran para preparar convenientemente a los profesores, para formar en ellos ese espíritu especial que se necesita en matemáticas, y, en una palabra, de la falta de un ambiente favorable para la misma asignatura. Triste es decirlo, pero las matemáticas en México eran y aún siguen siendo postergadas ante otras materias."<sup>13</sup>

Y al respecto continúa:

"Dotado de una naturaleza de gran inteligencia y con una gran afición y aptitud para la matemática, el joven Prieto comenzó a señalar inexactitudes y faltas de rigor, tanto en los libros como en las cátedras, y al esforzarse por esclarecer y dar vigor en México a los conceptos fundamentales de las matemáticas.

Ese luchar constante formó en don Sotero un hábito notable de análisis y de crítica. Ya en 1908 hacía una formidable crítica científica a un estudio de un filósofo y educador mexicano del siglo XIX intitulado "Apuntes relativos al examen del cálculo infinitesimal desde el punto de vista lógico".

A mi modo de ver esta empresa del señor Prieto tienen en México un valor local muy grande. Presenta ciertas analogías con la tarea de Cauchy, de dar al mundo matemático un análisis riguroso exento de inexactitudes y faltas de rigor.

Cuando tuve oportunidad de cambiar impresiones con matemáticos distinguidos de Estados Unidos de Norteamérica y al preguntarme sobre las matemáticas en México, les contesté con un solo nombre: Sotero Prieto. Y al preguntarme sobre su personalidad dije, parodiando a Abel, Prieto es en México quien mejor sabe cómo debe tratarse a las matemáticas." <sup>14</sup>

Lo que se conocía de Matemáticas en México, hasta antes de Don Sotero Prieto, era sólo una ínfima parte del conocimiento matemático universal. Las Matemáticas puras tenían poco énfasis y por tanto no se les daba importancia a las propiedades de los objetos matemáticos que no tuvieran aplicación inmediata, lo mismo que a las demostraciones que, en el mejor de los casos, se repetían una y otra vez de la misma forma. Era muy raro que alguien buscara una manera alternativa de hacerlas; Don Sotero Prieto fue de los pocos que se dedicó a la tarea de buscar propiedades de objetos matemáticos, aun sin importarle si alguien, en alguna parte del mundo, las había descubierto o no, pues dado el poco acervo bibliográfico que había en nuestro país y la escasa comunicación con las comunidades científicas de otras partes del mundo, era difícil comprobar la originalidad de sus trabajos, es decir, si se trataba de un redescubrimiento o de un descubrimiento. Incluso en la actualidad sería una labor titánica determinar la originalidad de dichos trabajos. De la misma manera, Don Sotero trabajó en buscar demostraciones más simples y elegantes de teoremas que él conocía.

La importancia de los trabajos de investigación de Don Sotero no está en el grado de originalidad que puedan haber tenido éstos, radica más bien en haber descubierto el placer de hacer matemáticas y haberlo compartido con sus alumnos. Sobre esto escribió Don Alfonso:

"Abundaban en don Sotero propiedades curiosas de las figuras geométricas, que él había encontrado de su propia cosecha, muchas de las cuales probablemente ya habían sido conocidas, pero que la pobreza de nuestras bibliotecas hacían que fueran desconocidas para nosotros. Los méritos del señor Prieto como matemático descansan en su labor en el redescubrimiento de propiedades y demostraciones, en la simplificación de otras ya conocidas y sobre todo en la elegancia y originalidad de su exposición sobre temas novedosos o conocidos.

De sus recientes trabajos recuerdo una excelente exposición original sobre algunas propiedades del tetraedro en donde introdujo, de una manera novedosa, ciertos operadores en forma de determinante. También recuerdo sus últimas pláticas en la sección de matemáticas sobre la teoría de los grupos, dadas con esa simplicidad, ese rigor y esa elegancia tan características en él y tan difíciles de poseer.

Hace un año el doctor Struik, cuando estuvo presente en una de sus pláticas, se manifestó muy admirado de la gran aptitud del señor Prieto como brillante expositor."<sup>15</sup>

En su labor académica Don Sotero tuvo que sostener dos luchas muy importantes para el posterior desarrollo de las Matemáticas y la Física en México.

Una de ellas se debió al enfrentamiento de sus altos valores morales con cierta corrupción del medio académico, de lo que Don Alfonso comentó:

"Don Sotero estaba tan reñido con los "padrinazgos" que luchó en forma franca y viril, como siempre luchó, para evitar que por simples recomendaciones llegaran a adquirir cátedras de matemáticas profesores que no tuvieran aptitudes ni preparación para ello. Esta honradez le creó al señor Prieto algunas enemistades tanto entre los recomendados, como entre los padrinos influyentes. Fue una alta cualidad del señor Prieto la de ser un hombre franco. Cuando se le pedía su opinión la decía sin ambages, principalmente en cuestiones científicas y aun cuando la contestación no fuera favorable a su interlocutor. Nunca criticó a espaldas, ni nunca trabajó con intrigas. No fue hombre doble."<sup>16</sup>

La otra lucha que sostuvo Don Sotero fue para que las Matemáticas adquirieran un lugar respetable entre la comunidad intelectual mexicana, pues la concepción, que se tenía de las mismas, era básicamente utilitaria, al respecto el Dr. Nápoles escribió:

"En Don Sotero la investigación de la verdad era el objeto principal de su actividad y el fin más importante de su trabajo.

En él se reunían la verdad científica y la verdad moral, o sea la justicia. Tuvo que luchar, como todos los que se dedican a la matemáticas, contra un medio, si no hostil sí difícil en nuestra patria, donde esta clase de estudios aún no adquieren carta de naturalización.

En México, como en todo el mundo, abundan las gentes a quienes Poincaré llama "prácticos intransigentes", y don Sotero llamaba "practicones"; que se preguntan con soma para qué sirven las matemáticas. A estos, dice Poincaré, no merece que se les conteste. Todavía pasarán algunos años para que en México se reconozca y se estimule el estudio de las matemáticas por sí mismas, sin ninguna válvula que le impida el desarrollo que libremente debe tener. Las matemáticas progresaron debido en gran parte, a las necesidades de técnicas industriales que recurrían a su auxilio para resolver problemas difíciles que se les presentaban en la práctica. Pero también es cierto que las matemáticas han progresado siguiendo el punto de vista de Jacobi, de investigar por la ciencia misma. Se ha visto que las teorías áridas y aparentemente abstractas y de ninguna aplicación han podido, después de algunos años, suministrar el instrumento eficaz para el desarrollo de la física teórica. Baste citar un ejemplo. El cálculo diferencial absoluto fue desarrollado por Ricci y Levy Civita como una actividad puramente matemática. Años más tarde, Einstein encontró en ese cálculo el instrumento conveniente y necesario para el desarrollo de la Teoría de la Relatividad."

Don Alfonso terminó el Elogio que hizo de su Maestro con el tema de la naturaleza de las matemáticas, el cual concluyó del siguiente modo:

"Se reconoce actualmente que la matemática tiene un triple fin. Primero, facilitar un instrumento para el estudio de la naturaleza y mejor comprensión de ella. Segundo, un

fin filosófico para ayudar al filósofo a profundizar las nociones del número, espacio y tiempo. Tercero, un fin estético.

En efecto, el investigador encuentra en sus elucubraciones goces análogos a los que proporciona el artista a la pintura y la música. ¡Qué satisfacción para el investigador cuando un descubrimiento le muestra una perspectiva inesperada! Los prácticos sólo quieren las matemáticas estrictamente indispensables para instruir a los profesionistas. Los físicos sólo quieren de la matemática lo que ellos necesitan. Pero, ¿debe la matemática limitarse a esas necesidades? ¿No tiene otras finalidades propias?

Don Sotero tenía muy presente el triple fin de las matemáticas y defendió con mucho brío el estudio de las matemáticas por sí mismas.

Como maestro, como investigador matemático y como hombre honrado y cumplidísimo, es don Sotero muy digno de homenaje.

Por eso la sección de matemáticas y física de esta Academia se complace y se honra en dedicar a su memoria esta velada." <sup>18</sup>

### **Sotero Prieto como Investigador**

Una forma de tener un acercamiento a Don Sotero como investigador es a través de sus publicaciones. En esta sección analizaré cuatro artículos de física y matemáticas, publicados por el Maestro. Los temas tratados en los mismos son independientes entre sí, por lo cual haré el análisis de manera cronológica.

El primer artículo se titula: "Sobre una propiedad de las epicicloides: Nota de Geometría Cinemática".

En él a partir de la propiedad de las cicloides de que al rodar una recta sobre una cicloide, hay un punto de la recta que describe una cicloide igual a la primitiva, se obtiene la generalización para epicicloides e hipocicloides, del siguiente modo:

"Bien conocida es la propiedad de la cicloide, de que rodando sin resbalar una recta sobre esa curva, hay un punto de aquella que describe una cicloide igual a la primitiva. La porción de recta aprovechada en el rodamiento es un segmento cuya longitud es la de una arcada de la curva y el centro del segmento es precisamente el punto cuya trayectoria ó ruleta es igual á la base de rodamiento. Las epicicloides y las hipocicloides gozan de propiedad análoga, sólo que la ruleta del centro del segmento rodante, en vez de ser igual á la base de rodamiento, es semejante y amplificada en las epicicloides, semejante y reducida en las hipocicloides." <sup>19</sup>

Después dio las definiciones de epicicloide e hipocicloide a partir de la construcción geométrica de las mismas.

"...la trayectoria de un punto de una circunferencia, que rueda sin resbalar sobre una base circular, es una epicicloide o hipocicloide, si el punto generador no está en la circunferencia rodante sino afuera ó adentro, pero invariablemente ligado á ella, la trayectoria es una curva desprovista de puntos de retroceso que se llama epicicloide ó hipocicloide deformada." <sup>20</sup>

Más adelante explicó que utilizaría el término genérico epicicloide para nominar a las epicicloides e hipocicloides y enunció que la propiedad de rodar

una recta sobre una cicloide podía ser generalizada a una elipse rodada sobre una epicicloide.

"a) Rodando sobre una epicicloide dada una elipse convenientemente escogida, la ruleta del centro de la rodante es una curva semejante á la base de rodamiento." <sup>21</sup>

Y aún generalizó más, haciendo que el objeto rodante fuera otra epicicloide.

"Esta propiedad es susceptible de generalizarse: A) Sobre una epicicloide puede hacerse rodar sin resbalar otra epicicloide para que el centro describa una epicicloide **NO SEMEJANTE** á la base, pero sí del mismo período angular. Abreviadamente llamo "centro de una epicicloide" al centro de la base circular que sirvió para la generación de la curva. La cicloide deformada no tiene centro, así es que a esta curva no se refiere la proposición tratándola como curva rodante, pero sí es admisible como base de rodamiento." <sup>22</sup>

Para Don Sotero esto constituyó un descubrimiento importante, sin embargo él mismo no sabía si dicha propiedad era ya conocida, acerca de lo cual comentó en una nota al pie.

"Estoy muy lejos de asegurar la novedad de estas proposiciones. Si teniendo á la mano libros y periódicos de matemáticas es difícil obtener seguridades de esa especie; aquí en México donde las bibliotecas están muy escasas de publicaciones científicas la cosa resulta imposible." <sup>23</sup>

A continuación Don Sotero hizo algunas especificaciones acerca de las dos generalizaciones anteriores.

"La elipse rodante á que se refiere la proposición (a) para una epicicloide base dada, sólo puede elegirse de un modo; la epicicloide rodante de (A) sin ser arbitraria, puede escogerse entre todas las de una familia á que pertenecen la base misma y precisamente uno de los individuos es la elipse de la proposición (a) Se sabe que una elipse es una hipocicloide deformada." <sup>24</sup>

El resto del artículo, que es bastante extenso, lo dedicó a demostrar formalmente sus afirmaciones y a deducir algunos otros casos particulares. Para comenzar con la parte formal, describe una parametrización que hace que sea única la forma de expresar la ecuación de una epicicloide. Primero definió los puntos básicos que van a determinar los parámetros, éstos son:

**O** = centro de la base circular

**C** = centro de la rodante circular

**M** = punto que describirá la epicicloide

**OX** = eje fijo con respecto al que se definirán las posiciones de los otros puntos.

**T** = punto de contacto de las dos circunferencias

**C<sub>0</sub>** = posición inicial de C

**M<sub>0</sub>** = posición inicial de M

**T<sub>0</sub>** = punto de contacto inicial de las dos circunferencias

**B** = punto de la rodante que inicialmente coincidió con  $T_0$

Por convención se toman M y B en el mismo diámetro de la rodante. Los parámetros estarán definidos en función de estos otros parámetros:

$$\begin{aligned} R &= OT_0 = \text{radio de la circunferencia base} \\ r &= C_0T_0 = \text{radio de la circunferencia rodante} \\ a &= C_0M_0 \end{aligned}$$

Así definió los parámetros definitivos como:

$$\frac{R}{r} = n$$

$$\frac{a}{r} = k$$

Entonces la epicicloide está definida de manera única por **Ep.(r,n,k)**  
Para describir la trayectoria de la epicicloide basta con detallar la posición de la rotación del vector  $\overline{OM}$ , que es variable, pero que puede descomponerse como la suma de otros dos vectores de longitud fija, esto es:

$$\overline{OM} = \overline{OC} + \overline{CM}$$

En cuanto a las inclinaciones de estos vectores, Don Sotero las describió exactamente como sigue:

$$\text{incl. } \overline{OC} = \text{incl. } \overline{OC_0} + \text{ang } C_0OC$$

$$\text{incl. } \overline{CM} = \text{incl. } \overline{C_0M_0} + \text{ang } C_0OC - \text{ang } BCT$$

Si el ángulo BCT se denomina  $\alpha$ . Las ecuaciones anteriores se pueden escribir:

$$\text{incl. } \overline{OC} = \text{incl. } \overline{OC_0} + \frac{1}{n}\alpha$$

$$\text{incl. } \overline{CM} = \text{incl. } \overline{C_0M_0} + \left(\frac{1}{n} - 1\right)\alpha$$

Dio así la ecuación del vector que describe la epicicloide, utilizando como notación vectores cuyos subíndices representan el ángulo que giran con respecto al eje fijo. La ecuación quedó así:

$$\overline{OM} = (n-1)r \frac{1}{n}\alpha + kr \left(\frac{1}{n} - 1\right)\alpha$$

Después hizo el análisis de la longitud de arco de las epicicloides, partiendo de su construcción y llegó a la conclusión de que para dos epicicloides con el mismo valor de k, las longitudes de sus arcos son proporcionales, con proporción  $\left(\frac{1}{n} - 1\right)r : \left(\frac{1}{n'} - 1\right)r'$  siendo n,r y n',r' los parámetros correspondientes de ambas epicicloides.

Los arcos correspondientes a rodamientos iguales son iguales.

Utilizando todo esto deduce que dada una epicicloide base  $Ep.(r,n,k)$ , si se rueda otra epicicloide  $Ep.(r',n',k)$ , para el mismo valor de  $k$  sobre la primera.

Satisfaciendo la condición de que  $\left(\frac{1-n}{n}\right)r = \left(\frac{1-n'}{n'}\right)r'$  existe un punto  $M''$  de la rodante que se obtiene girando el vector  $O'M'$  (el que genera la epicicloide rodante) un ángulo  $\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'}\right)\alpha$ , tal que  $M''$  genera una epicicloide ruleta

$Ep.(r'',n,k'')$ , cuyos parámetros satisfacen las siguientes condiciones:

$$r'' = \left(1 - \frac{n'}{n}\right)r$$

$$k'' = \frac{1}{1-n'}k$$

Una epicicloide es una elipse cuando  $n = 2$ .

Los casos particulares a los que hace referencia son:

1° Si la base y la rodante son curvas del mismo periodo. haciendo  $n=n'$  se tiene  $r'=r$ ,  $r''=0$   $R''=0$ , lo cual quiere decir que la ruleta es un punto.

Para que la rodante y la ruleta sean curvas semejantes se tiene

Base  $Ep.\left(r, n, \frac{1}{\sqrt{n-1}}\right)$

Rodante  $Ep.\left(\frac{r}{\sqrt{n-1}}, n, \sqrt{n-1}\right)$

Ruleta  $Ep.\left(\frac{n-2}{n-1}r, n, \sqrt{n-1}\right)$

Sólo se tienen curvas reales para  $n > 1$ , es decir cuando son hipocicloides.

La rodante y la ruleta son iguales si

Base  $Ep.\left(r, \frac{5+\sqrt{5}}{2}, \frac{-1+\sqrt{5}}{2}\right)$

Rodante  $Ep.\left(\frac{-1+\sqrt{5}}{2}r, \frac{5+\sqrt{5}}{2}, \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$

Ruleta  $Ep.\left(\frac{-1+\sqrt{5}}{2}r, \frac{5+\sqrt{5}}{2}, \frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)$

2° Caso en que la base es cicloide  $k = 1$

Se tiene

Base  $Ep.(r,n,1)$

Rodante  $Ep.(r',n',1)$

Ruleta  $Ep.(r'',n,k'')$

con

$$r'' = \left(1 - \frac{n'}{n}\right)r$$

$$k'' = \frac{1}{1-n'}$$

$$n' = 2$$

$$\Rightarrow r' = 2 \frac{n-1}{n} r$$

$$r'' = \left(\frac{1-2}{n}\right)r$$

$$k'' = -1$$

En este caso la rodante es una recta y la ruleta es una curva semejante a la base, amplificada si es epicicloide ( $n < 1$ ), reducida si es hipocicloide ( $n > 1$ ) e igual a la cicloide si ( $n = \infty$ ).

3° Base y ruleta son semejantes.

Base Ep. ( $r, n, k$ )

Rodante Ep. ( $r', 2, k$ ) = Elipse de semiejes  $r'(1+k)$ ,  $r'(1-k)$

Ruleta Ep.  $\left(\frac{n-2}{n} r, n, -k\right)$

El centro de la elipse será la ruleta que describirá una curva semejante a la base, amplificada, reducida ó igual dependiendo de que la base sea epicicloide, hipocicloide o cicloide.

4° La base y la ruleta son elipses  $n = 2$

Se tiene:

Base Ep. ( $r', n', k$ )

Rodante Ep. ( $r, 2, k$ )

Ruleta Ep. ( $r'', 2, k''$ )

Con

$$r' = \frac{n'}{2(n'-1)} r$$

$$r'' = \left(1 - \frac{n'}{2}\right)r$$

$$k'' = \frac{1}{1-n'} k$$

Semiejes de la elipse base  $a = (1+k)r$   $b = (1-k)r$

Semiejes de la elipse ruleta  $a'' = (1+k'')r''$   $b'' = (1-k'')r''$

$$a) \text{ Si } n' = 1 - k^2 = \frac{4ab}{(a+b)^2}$$

las elipses son homotéticas

$$b) \text{ Si } n' = 1 + k^2 = \frac{2(a^2 + b^2)}{(a + b)^2}$$

las elipses son semejantes pero no son homotéticas.

c) Si la base es una recta ( $n=2, k=1$ )

Al rodar una epicloide sobre una recta, el centro describe una elipse.

d) Si la ruleta es una recta ( $n=2, k'=1$ )

La rodante sobre una elipse para que la ruleta sea el eje  $2a=2r(1+k)$  será la rosácea.

$$\text{Ep.} \left( \frac{k-1}{2k} r, 1-k, k \right)$$

Si la base es una parábola la rodante debe ser una espiral de Arquímedes, para obtener como ruleta, precisamente el eje de la parábola.

5° Si la rodante es una rosácea la ruleta es una epicloide ó hipocicloide ordinaria.

Base Ep. ( $r, n, k$ )

Rodante Ep. ( $r', 1-k, k$ )

Ruleta Ep. ( $r'', n, 1$ )

con

$$r' = \frac{(1-n)(1-k)}{n} k$$

$$r'' = \frac{n+k-1}{n} r$$

6° Al rodar una recta en un círculo de radio R, las ruletas que se obtienen son espirales, que pueden ser consideradas como límites de epicloides cuando  $n$  tiende a 0. Si el punto generador está sobre la rodante, la ruleta es una envolvente del círculo y si su distancia a la rodante es igual a R de manera que la ruleta pasa por el centro de la base, se tendrá una espiral de Arquímedes que es una especie de rosácea.

El artículo antes analizado es difícil de leer, sobre todo por la notación. Don Sotero no dijo si él la inventó, a lo largo de su escrito va explicando las convenciones que va utilizando paso a paso, su análisis es muy profundo para su época y la formalidad al expresarse poco común.

Es muy importante ubicarse en el año de 1911 en México, para tener una clara idea de la importancia del artículo. El grado de dificultad para la época era muy alto. En las Memorias de la Sociedad Alzate de aquellos años, el tipo de ponencias que se tenían eran más de orden filosófico o social. Eran escasos los escritos científicos y no hay ningún otro autor que hubiera escrito algo en estas disciplinas con un grado de dificultad siquiera similar. A sus 26 años, Don Sotero escribió este artículo y era ya todo un Maestro.

El siguiente artículo que analizaré se titula "Valuación de "Series Poco Convergentes", es elegante, fuerte y profundo, lo presentó en la Sociedad Alzate el 3 de abril de 1916, 5 años después que el anteriormente analizado. Es importante resaltar la importancia de las series en aquella época, ya que constituían una herramienta matemática para hacer complicados cálculos numéricos, que, en algunos casos, no había otra forma de realizarlos. El artículo comienza explicando la prueba de convergencia, a partir de la relación de d'Álembert, de lo cual dice:

"Cuando en una serie de términos positivos, la relación de D'Álembert  $A_n = \frac{u_{n+1}}{u_n}$  se conserva inferior a un número fijo menor que 1, la convergencia de la serie es segura. Basta que los términos sean decrecientes para que  $A_n < 1$ ." <sup>25</sup>

Después explica que cuando  $n$  tiende a infinito, si el  $\lim 1 - A_n$  tiende a 0, no puede asegurarse la convergencia, pues puede ser divergente o converger lentamente. Para estos casos propone la regla de Duhamel para analizar la convergencia de la serie.

"Designando  $v$  un número arbitrario pero constante (independiente de  $n$ ), si el producto  $D_n = (n+v)(1 - A_n)$

donde  $A_n = \frac{u_{n+1}}{u_n}$  se conserva a partir del rango  $n_0$ , mayor que un número fijo mayor que 1, la serie es convergente." <sup>26</sup>

La idea central es que las series "poco convergentes", para las cuales el criterio de D'Álembert no funciona para comprobar su convergencia, puedan ser verificadas a través de la regla de Duhamel. A continuación establece la siguiente proposición:

"Si  $D_n$  se conserva mayor que un número fijo positivo  $K$ , el término general tiene por límite cero, cuando el rango crece indefinidamente.

$$(n+v) \left( 1 - \frac{u_{n+1}}{u_n} \right) > K > 0 \quad \text{si } n \geq n_0 \text{ " } <sup>27</sup>$$

En la demostración de esta proposición supone que el  $\lim_{n \rightarrow \infty} u_n = u$  y utiliza para dos términos consecutivos, tales que  $n \geq n_0$  la siguiente desigualdad

$$u_n - u_{n+1} > \frac{Ku}{n+v}$$

Sumando todos los términos consecutivos hasta  $n$ , se tiene

$$u_{n_0} - u_{n+1} > Ku \left( \frac{1}{n_0+v} + \frac{1}{n_0+1+v} + \frac{1}{n_0+2+v} + \dots + \frac{1}{n+v} \right)$$

El límite del primer término es  $u_{n_0} - u \leq u_{n_0}$ .

La suma del segundo miembro crece indefinidamente, así que dada la desigualdad,  $Ku=0$ , pero  $K \neq 0 \Rightarrow u=0$

Da una aplicación de esto, mostrando una serie cuyo límite del término general no es cero, y por tanto demostrando con esto que el producto de Duhamel no se conservará mayor que un número positivo fijo. La siguiente proposición que utiliza es:

"Si el número fijo  $K$  es igual a 1, el producto  $nu_n$  tiene un límite bien determinado, positivo o nulo" <sup>28</sup>

Para demostrar esta proposición utiliza la fórmula de Duhamel de manera directa,

$(n + \nu)(u_n - u_{n+1}) > u_n$  y despejando llega a  $(n + \nu - 1)u_n > (n + \nu)u_{n+1}$  Utilizando esto, cuando se calcula el lim (cuando  $n \rightarrow \infty$ )  $\lim (n + \nu - 1)u_n = \lim \frac{n + \nu - 1}{n} nu_n = \lim nu_n$ .

No especifica que está hablando de límites cuando  $n$  tiende a infinito, sólo da la igualdad de límites.

La tercera proposición, es prácticamente la demostración de la convergencia dadas las condiciones de la regla de Duhamel, para lo cual presenta:

"Si  $K > 1$ ;  $\lim nu_n = 0$  y además la serie es convergente" <sup>29</sup>

Al demostrar esta proposición se utiliza que para toda  $N > n_0$ , se tiene que:

$$(n + \nu - 1)u_n - (n + \nu)u_{n+1} > (K - 1)u_n$$

Sumando todas las desigualdades desde  $n_0$  hasta  $n$  se tiene:

$$(n_0 + \nu - 1)u_{n_0} - (n + \nu)u_{n+1} > (K - 1)(u_{n_0} + u_{n_0+1} + u_{n_0+2} + \dots + u_n)$$

LLamando  $\omega$  al lim  $nu_n$ , (el cual dice ya está demostrada su existencia, pero sólo está para el caso en que  $K=1$ , y ahora se tiene  $K > 1$ )

Se tiene que

$$(n_0 + \nu - 1)u_{n_0} > (n_0 + \nu)u_{n_0+1} > (n_0 + \nu + 1)u_{n_0+2} > (n_0 + \nu + 2)u_{n_0+3} > \dots > \omega$$

De esto se deduce.

$$u_{n_0} + u_{n_0+1} + u_{n_0+2} + \dots + u_n > \omega \left( \frac{1}{n_0 + \nu - 1} + \frac{1}{n_0 + \nu} + \frac{1}{n_0 + \nu + 1} + \dots + \frac{1}{n + \nu} \right)$$

De donde

$$(n_0 + \nu - 1)u_{n_0} - (n + \nu)u_{n+1} > (K - 1)\omega \left( \frac{1}{n_0 + \nu - 1} + \frac{1}{n_0 + \nu} + \frac{1}{n_0 + \nu + 1} + \dots + \frac{1}{n + \nu} \right)$$

El primer miembro de la desigualdad tiene como límite  $(n_0 + \nu - 1)u_{n_0} - \omega \geq (n_0 + \nu - 1)u_{n_0}$ . Para que se cumpla la desigualdad  $(K-1)\omega = 0$  lo que implica que  $\omega = 0$ .

Después se prueba la convergencia de la serie despejando una de las desigualdades anteriores obteniendo:

$$u_{n_0} + u_{n_0+1} + u_{n_0+2} + \dots + u_n > \frac{(n_0 + \nu - 1)u_{n_0}}{K - 1}$$

Más adelante analiza algunos casos particulares, los cuales voy a mencionarlos, sin adentrarme en las demostraciones que de ellos se presentan.

Si el producto de Duhamel es constante, la suma exacta de la serie es fácilmente evaluable, se tiene:

$$u_n + u_{n+1} + u_{n+2} + \dots = \frac{(n + \nu - 1)u_n}{D - 1}$$

En donde D es el valor del producto de Duhamel.

Existen series cuyo producto de Duhamel no sea constante para ningún valor de  $\nu$  y sin embargo la serie original se pueda representar como dos series, cada una de las cuales tiene un producto de Duhamel constante, en cuyo caso es fácil evaluar la suma, pues la suma de la serie original no es otra que la suma de las dos series en las que se subdividió.

Cuando no es posible obtener el valor exacto de la suma, para ningún valor de  $\nu$  se sugiere un método para hacer una evaluación aproximada, bastante precisa, el cual es el siguiente:

"El procedimiento propuesto aquí consiste en obtener el límite D:

$$\lim D_n = D$$

(que para un valor suficientemente grande de n diferirá poco de  $D_n$ ) y en formar una serie auxiliar cuya suma exacta se obtiene inmediatamente, sin cálculo alguno, y cuyos términos difieren muy poca cosa de los de la serie dada. Las diferencias correspondientes formarán una serie más convergente que la propuesta.

El cálculo se hará como sigue. Dada una serie poco convergente

$$u_1 + u_2 + u_3 + \dots + u_n + u_{n+1} + u_{n+2} + \dots$$

se calculará directamente la suma de los n - 1 primeros términos y queda por evaluar la serie.

$$u_n + u_{n+1} + u_{n+2} + \dots$$

se calcula el producto de Duhamel y su límite

$$D_n = (n + \nu) \left( 1 - \frac{u_{n+1}}{u_n} \right) \quad \lim D_n = D$$

La diferencia entre la variable y su límite es infinitamente pequeña si el rango crece indefinidamente; la designo por  $\delta_n$ .

$$D_n = D + \delta_n$$

$$(n + \nu) \left( 1 - \frac{u_{n+1}}{u_n} \right) = D + \delta_n$$

$$(n + \nu - 1)u_n - (u_n + \nu)u_{n+1} = (D - 1)u_n + \delta_n u_n$$

$$(n + \nu)u_{n+1} - (n + \nu + 1)u_{n+2} = (D - 1)u_{n+1} + \delta_{n+1}u_{n+1}$$

$$(n + \nu + 1)u_{n+2} - (n + \nu + 2)u_{n+3} = (D - 1)u_{n+2} + \delta_{n+2}u_{n+2}$$

⋮

Sumando y pasando al límite

$$u_n + u_{n+1} + u_{n+2} + \dots = \frac{n + \nu - 1}{D - 1} u_n - \frac{1}{D - 1} (\delta_n u_n + \delta_{n+1} u_{n+1} + \delta_{n+2} u_{n+2} + \dots)$$

La serie poco convergente está expresada con otra más convergente. Ahora bien, la segunda serie será tanto más convergente cuanto más pequeñas sean las diferencias  $\delta_n, \delta_{n+1}, \delta_{n+2}, \dots$  de los diversos valores de  $D_n$  con su límite. Con un valor conveniente

de  $v$  se puede lograr que alguna de ellas (la que se quiera) sea nula, pero las demás no lo serán. Es preferible escoger a  $v$  de manera que  $\delta_n$  resulte un infinitamente pequeño del mayor orden posible."<sup>30</sup>

Para concluir con la valuación de series poco convergentes, Don Sotero presenta dos ejemplos en donde emplea el método de la Regla de Duhamel para valuar de manera muy precisa dos series, una de ellas es la serie:

$$\frac{1}{1^2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{n^2} + \frac{1}{(n+1)^2} + \dots$$

la cual valúa con doce decimales exactos.

La última serie es la de Leibnitz, la cual explica que se ve con menosprecio para calcular el valor de  $\pi$  y que utiliza el método del que trata su artículo, logra calcular con una hasta trece decimales con un error de dos decimales, la serie de Leibnitz es:

$$\frac{\pi}{4} = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} + \dots$$

Don Sotero en este artículo no explicó si hay investigación original suya detrás de lo que escribió, es un artículo interesante.

Las dos publicaciones que analizaré a continuación están muy relacionadas entre sí, su título es Teoría de la Relatividad y son dos partes de un artículo de divulgación, la primera fue publicada en 1921 y la segunda, en 1923. Ambas aparecieron en una revista de cultura general llamada *El Maestro*, la cual tenía varias secciones, entre las que estaban: Historia Universal, Literatura, Poesía, Conocimientos Prácticos, Diversos Temas y hasta una sección dedicada a los niños. Entre los autores con los que contaba la revista estaban: Ezequiel Chávez, Antonio Caso, José Vasconcelos, Gabriela Mistral, además de contar con autores literarios clásicos. El único mexicano que escribió un artículo de física o matemáticas en esta revista fue Don Sotero Prieto, este hecho es importante, pues resalta el reconocimiento que tenía como representante de estas disciplinas en la comunidad intelectual.

Este artículo, cumple su cometido de divulgación, es de fácil lectura y permite tener un primer acercamiento a lo que es la Teoría de la Relatividad, Don Sotero en estos escritos trata de explicar a una persona poco relacionada con las ciencias, de qué trata la Teoría de la Relatividad. Dada su fácil comprensión, iré citando algunas partes que me parecieron importantes y, cuando lo considere necesario, iré comentándolos.

Lo primero que hace en su artículo es diferenciar los términos absoluto y relativo, contextualizándolos a espacio y movimiento, al respecto de esto dice:

"En la Mecánica clásica, además de los movimientos relativos, es decir, los de unos cuerpos con respecto a otros, se consideran los movimientos absolutos de los mismos cuerpos que en él se encuentran; la Mecánica de Einstein reconoce a la de Newton como una primera aproximación en el estudio del movimiento; aproximación, muy interesante por su sencillez y la precisión en verdad notable que se obtiene aplicándola a muchos casos particulares. La mecánica newtoniana es casi rigurosamente exacta mientras se trata de movimientos lentos (y entre éstos quedan comprendidos los de los proyectiles de artillería y aun el de la Tierra en su órbita), pero se aleja

considerablemente de la realidad cuando se estudia el movimiento de los electrones, que alcanzan velocidades de cien mil y doscientos mil kilómetros por segundo." <sup>31</sup>

**Con respecto al espacio absoluto dice:**

"El espacio tiene aquí una realidad y existencia independientes de los cuerpos que en él se encuentran. Los puntos de este espacio están sometidos, en sus mutuas relaciones, á los principios bien conocidos de la Geometría euclídiana." <sup>32</sup>

**Menciona el éter y su significado como hipótesis, refiriéndose a ésta en presente, aunque más adelante da los elementos para refutar su validez.**

"El espacio está ocupado por una sustancia llamada éter que transmite las radiaciones luminosas con una velocidad uniforme de 300,000 kilómetros por segundo. Los movimientos del éter son de amplitud excesivamente pequeña y los cuerpos materiales se mueven sin provocar en él movimientos de conjunto." <sup>33</sup>

**Partiendo de la hipótesis de la existencia del éter, hace referencia al Experimento de Michelson:**

"Si en la Tierra se compara el tiempo que un rayo luminoso tarda en recorrer de ida y vuelta una recta paralela a la velocidad de la misma Tierra, con el tiempo que invierte en hacer el recorrido análogo de otra recta exactamente igual y perpendicular a la primera, es de esperarse que el primer tiempo resulte mayor que el segundo; es decir, que la velocidad aparente de la luz debe ser menor en la dirección del movimiento de la Tierra que en la dirección transversal. El habilísimo físico Michelson con ayuda de su interferómetro comparó las dos velocidades, y a pesar de que la sensibilidad del aparato era suficiente para que se percibiera una diferencia mucho menor que la prevista, el resultado de la experiencia fue negativo: la velocidad aparente de la luz resultó la misma en las dos direcciones. La velocidad de la Tierra no tiene influencia alguna sobre los fenómenos ópticos observados en el mismo planeta." <sup>34</sup>

**Para poder explicar los principios básicos de la Teoría de la Relatividad, explica el concepto de simultaneidad.**

"La noción de simultaneidad tiene carácter indiscutible" "Los sucesos que se desarrollan en dos o más lugares del universo forman cadenas (A,B,C,D,....; A',B',C',D',.....;A'',B'',C'',D'',.....) que pueden ser independientes unas de otras, es decir, que si el suceso A, engendra en el mismo lugar el suceso posterior B, y éste al C, etc, bien pueden todos estos acontecimientos quedar sin influencia alguna sobre los fenómenos A',B', C', D',....que se presentan en algún otro lugar (por ejemplo, en otro planeta o en otro sistema planetario) lo mismo que sobre los fenómenos A'',B'',C'',D'',...Pero a pesar de la ausencia de toda liga causal, se considera evidente que en todos esos lugares se desarrollan fenómenos o sucesos coexistentes o simultáneos." <sup>35</sup>

**Para concluir este primer artículo introductorio acerca de la Teoría de la Relatividad, Don Sotero explica los conceptos básicos de esta Teoría, con respecto al espacio y al tiempo, de lo cual menciona:**

"La Teoría de la Relatividad rechaza los conceptos de espacio y tiempo absolutos. Para Einstein no hay un espacio independiente de los cuerpos que en él existen. No hay propiedades geométricas intrínsecas de ese espacio vacío: son las relaciones mutuas de los cuerpos materiales las únicas que pueden considerarse como reales. La igualdad o desigualdad de dos distancias, o longitudes, carece de sentido absoluto. No hay distancias intrínsecamente iguales: si varios observadores colocados en sistemas diversos hacen mediciones cuidadosas, pueden llegar a resultados contradictorios; uno de ellos encontrará que dos distancias son iguales, otro dirá que la primera distancia es menor que la segunda y, por fin, un tercer observador comprobará que la segunda es menor que la primera. La igualdad sólo es relativa; depende esencialmente del sistema particular en el que se hace la comparación, y si varios sistemas se mueven diversamente, en cada uno de ellos se llegará a cierto resultado, y ninguno de ellos tiene privilegio para que su operación pueda considerarse como perfecta: todas las operaciones pueden ser buenas." <sup>36</sup>

El último al que se hace referencia en este artículo es el de simultaneidad relativa, el cual presentó del siguiente modo:

"La simultaneidad de dos sucesos también es relativa: para un observador son simultáneos y para otro no lo son. Un observador puede encontrar que el suceso A, es anterior a A' y un segundo observador puede afirmar que el A' es anterior a A. Y no se piense que alguno de ellos está en lo justo y los demás equivocados: las afirmaciones de todos son aceptables, aunque no con carácter absoluto. Todas ellas son relativas." <sup>37</sup>

Como ya se dijo, el siguiente artículo es la segunda parte de la explicación de la Teoría de la Relatividad, por lo mismo su grado de dificultad es un poco más elevado. Para leerlo no es requisito indispensable haber leído el otro, recuérdese que se publicaron con dos años de diferencia. Este artículo empieza con consideraciones acerca de la velocidad de la luz, primero establece que ésta es constante.

"El astrónomo holandés De Sitter comparó la velocidad de la luz, emanada de una estrella que se acerca a la Tierra, con la velocidad de la luz enviada por otra que se aleja, y encontró que las dos velocidades son rigurosamente iguales." <sup>38</sup>

Más adelante comienza a establecer hipótesis que expliquen la invarianza de la velocidad de la luz, para lo cual se refiere a la hipótesis de Fitz Gerald y a la contracción de Lorentz.

"Para explicar que la luz recorra en tiempos iguales dos líneas rectas iguales entres sí y transportadas por la Tierra, a pesar de que una de ellas es paralela y la otra perpendicular a la velocidad de nuestro planeta en su órbita...Fitz Gerald y Lorentz emitieron la hipótesis de que la Tierra (y, en general, todo cuerpo móvil) se contrae en la dirección de su movimiento a través del éter. Esto compensa el exceso previsto de un recorrido sobre el otro, y permite a la luz recorrer exactamente el mismo intervalo de tiempo los dos caminos.

La contracción de Lorentz deja subsistir la creencia de un éter fijo, vehículo de las radiaciones luminosas, y es, además, una especie de venda con la que la naturaleza nos impide, no digo medir, pero ni siquiera percibir el movimiento de los cuerpos

materiales --y en particular el de nuestra Tierra-- con relación a ese medio fijo, que indudablemente convendría tomar como definitivo sistema de referencia." <sup>39</sup>

**Después comienza a relacionar el movimiento de los cuerpos, con la existencia del éter.**

"(Einstein) Ni siquiera conservó el éter fijo, o cuando menos, no lo tomó en cuenta. Y procedió con absoluta despreocupación en lo que respecta al mecanismo íntimo de los fenómenos luminosos.

El movimiento de los cuerpos no es más que un cambio en sus posiciones relativas, variación de las distancias entre unos y otros. Movimiento de un sólo cuerpo, sin relacionarlo a ningún sistema de referencia, es algo que carece de sentido o de realidad. No debe esperarse que un experimento u observación venga algún día a revelar cual es la velocidad absoluta de un cuerpo; y esto, no porque sea difícil medirlo o porque la Naturaleza toda conspire para que se desvanezca cualquier efecto del movimiento absoluto, sino porque tal velocidad y tal movimiento son inexistentes." <sup>40</sup>

**Más tarde establece cuál qué es lo que Einstein entiende por simultaneidad y cuáles son los fundamentos de tal concepción.**

"Einstein no considera la simultaneidad de los sucesos elementales como una noción metafísica, por encima de toda experiencia e independientemente de cualquier convención. Al contrario, de una manera franca define la simultaneidad colocándose en el terreno de la Física experimental. En un sistema rígido, que puede moverse con respecto a otros cuerpos ocurrieron dos sucesos puntuales e instantáneos, es decir, localizados en dos puntos A y B (o en regiones pequeñísimas adyacentes de estos), y además con duración nula (o extremadamente pequeña). Pueden ser dos explosiones o dos chispas; lo esencial es que sean visibles a gran distancia. Un observador estaba situado en un punto M, equidistante de A y B, y atento esperó los destellos luminosos que salieran de estos puntos, provisto de un pequeño espejo para ver los dos con un mismo ojo. Si este observador percibe los dos destellos en el mismo instante-dice Einstein, por definición,-- las dos explosiones en A y B son simultáneas (Esto no quiere decir que otro observador, colocado en cualquier otro punto, deba percibir simultáneamente los destellos luminosos: si está más cerca de A que de B, primeramente verá la explosión de A y después la de B)." <sup>41</sup>

**La parte que sigue del artículo es muy interesante, pues la dedica a explicar algunos conceptos fundamentales en física bajo la perspectiva de la Teoría de la Relatividad, comienza por la fuerza aplicada a un cuerpo en movimiento.**

"Si con relación a un sistema de referencia S, una regla R se mueve longitudinalmente con la velocidad fija  $v$ , y sobre esta regla el punto móvil M corre en el mismo sentido que la regla, pero con la velocidad  $u$  ¿Cuál es la velocidad de M con respecto a S? Newton responde: la velocidad de M es  $v+u$ . Einstein acepta dicho resultado sólo como una aproximación, y a su vez afirma que la velocidad de M es menor que  $v+u$ ." <sup>42</sup>

**Da ejemplos de velocidades muy altas, afirmando el hecho que aun si se tienen dos móviles que se mueven a la velocidad de la luz, la suma de sus velocidades será a lo más la velocidad de la luz. Presenta algunos fenómenos que pueden ser explicados desde la Teoría de la Relatividad, entre los cuales están: la desintegración de las sustancias radioactivas, la presión de la energía radiante, la flexión de los rayos luminosos obedientes a la gravitación**

universal, la energía en cualquier forma, y en particular la energía radiante, la cual posee masa -lo mismo que la materia- y esa masa de la energía presenta dos características esenciales, la inercia y el poder de atracción. Después explica la masa y energía desde la óptica relativista:

"La masa de un cuerpo material no es constante como lo postula Newton. Para velocidades pequeñas, la masa si es casi rigurosamente invariable, pero adquiere velocidades más y más grandes a medida que la velocidad del cuerpo se acerca a la de la luz. Y lo más notable es que el incremento de la masa de un cuerpo cuya velocidad aumenta, sea rigurosamente proporcional a la cantidad de energía necesaria para obtener el aumento de velocidad. Si, por el contrario, un cuerpo (o un sistema de cuerpos materiales) cede energía cinética, por disminución de las velocidades de sus partículas, su masa decrecerá, y la pérdida de masa será proporcional á la cantidad de energía cedida. Este resultado sorprendente de la mecánica relativista ha permitido unificar gran número de conocimientos más o menos inconexos, aunque fundamentados positivamente en experiencias inatacables." <sup>43</sup>

Con respecto a la fuerza y la aceleración.dice:

"Ya dentro del terreno de la Mecánica, se encuentra que una fuerza de intensidad constante no provoca en un cuerpo material una aceleración constante. Mientras más grande es la velocidad adquirida, más pequeña es la aceleración que una misma fuerza es capaz de producir: aumenta, con la velocidad, la inercia del cuerpo; cuando la velocidad es enorme, resulta mucho más difícil alterarla que cuando es pequeña. Y esta velocidad no puede crecer indefinidamente; como extremo superior inaccesible de la velocidad de un cuerpo material, se encuentra la velocidad de la luz." <sup>44</sup>

Después establece el hecho de que la Naturaleza debe tener un comportamiento consistente en cualquier parte del Universo.

"...las leyes generales de la Naturaleza deben ser las mismas, sean cuales fueren los sistemas de referencia utilizados." <sup>45</sup>

A continuación hace referencia a la interpretación geométrica de los fenómenos físicos en la Teoría de la Relatividad.

"...(Einstein) el ilustre físico no considera la atracción como una acción directamente ejercida por un cuerpo sobre otro lejano. Una masa determina una modificación en el espacio inmediato, y esta modificación se propaga a regiones más y más distantes; y la acción que sufre un cuerpo cualquiera resulta del cambio de estructura que en la región del espacio inmediata a este cuerpo, provocó indirectamente aquella masa. No hay acciones instantáneas a distancia. La modificación que una masa provoca en el espacio es de carácter geométrico: se alteran las relaciones métricas que la geometría usual señala como absolutamente rigurosas entre los elementos especiales, sean ángulos, distancias, áreas o volúmenes. Las proposiciones de la geometría euclidiana dejan de aplicarse a las figuras construidas en una región del espacio modificada o deformada por una masa atrayente." <sup>46</sup>

Casi para finalizar este artículo, Don Sotero explica cómo están relacionadas la gravitación y la luz en la Teoría de la Relatividad.

"De acuerdo con la concepción de Einstein, las masas no solamente modifican el movimiento de los cuerpos materiales -impidiendo que describan trayectorias rectilíneas con velocidad constante,- sino que ejercen una acción análoga sobre la marcha de la luz: un rayo luminoso, perfectamente recto en regiones muy alejadas de masas atrayentes considerables, se flexionará en la vecindad de un astro de gran masa, como si se tratara de un proyectil (o de un chorro de proyectiles) que pasara cerca de aquel astro con la velocidad de la luz. La ley de atracción de Newton permiten calcular la flexión que sufriría un rayo luminoso, considerado como un chorro de partículas materiales que con la velocidad de 300,000 kilómetros por segundo pasarán cerca del Sol.. Resulta de 0".85. Pero Einstein consideró, además, la curvatura que el Sol provoca en el espacio que le rodea, y llegó a la conclusión de que la desviación no puede tener el valor que se deriva de la ley newtoniana, sino el doble, a saber, 1".7 "47.

Para concluir se menciona el experimento astronómico efectuado durante el eclipse del 29 de mayo de 1919, tanto en Sobra como en Isla Príncipe, en el cual gran parte de la comunidad científica mundial aceptó la Teoría de la Relatividad, ya que ésta había predicho las observaciones obtenidas durante el eclipse.

"Era dable esperar alguno de los tres resultados siguientes:

Primero. Los astrónomos no encontrarán ninguna variación apreciable en la configuración del grupo de estrellas observadas durante el eclipse, comparada con la que presenta el mismo grupo cuando el sol está suficientemente lejos. Esto habría significado que el Sol no ejerce influencia alguna sobre la marcha de la luz; y que ésta no posee los atributos de los cuerpos materiales, a saber: masa inerte y masa atrayente.

Segundo. Los astrónomos podrían comprobar que la desviación de los rayos luminosos es la que se deriva de la ley de Newton. Entonces se habría dicho que efectivamente la luz se porta como un proyectil material; que es atraída por el Sol, y que está dotada de inercia. Pero lo concerniente a la deformación del espacio no se habría verificado: subsistirían las propiedades euclidianas del espacio, cuando menos en la región de nuestro sistema planetario.

Tercero. Las desviaciones, quizá resultarían como las previó Einstein. Entonces, sus especulaciones sobre la curvatura del espacio habrían recibido una confirmación importante.

Después de una discusión severa de las mediciones efectuadas en las placas fotográficas, obtenidas en gran número, se llegó a la conclusión de que las estrellas aparecían desalojadas, durante el eclipse, perfectamente de acuerdo con la predicción de Einstein. " 48

Estos son sólo algunos ejemplos de las publicaciones de Don Sotero, aunque no faltaron muchos por analizar. Sin duda, son claros ejemplos de lo más representativo a nivel investigación y divulgación que realizó a lo largo de su vida.

En esta sección Don Sotero se ha presentado a sí mismo, como aquel hombre inteligente que amó a la ciencia y dio su vida por ella.

Dedico este capítulo a la memoria de tan ilustre Maestro.

<sup>1</sup> Entrevista con el Dr. Barajas, febrero de 1992.

<sup>2</sup> CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE LA UNIVERSIDAD, Archivo ENAE, Caja 8, Exp. 157, 4642 (13-feb-1924).

<sup>3</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 565

- <sup>4</sup> MONGES LÓPEZ, RICARDO, Discurso 25 aniversario de la Facultad de Ciencias, p. 2
- <sup>5</sup> PRIETO RODRÍGUEZ, SOTERO, Historia de las Matemáticas, Introducción YURRIETA VALDES, JOSÉ, Ed. Instituto Mexiquense de Cultura, Toluca, 1991, p. XVII.
- <sup>6</sup> Entrevista con el Dr. Barajas, febrero de 1992.
- <sup>7</sup> Entrevista con el Dr. Barajas, noviembre de 1990.
- <sup>8</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 565
- <sup>9</sup> Citado en NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 561
- <sup>10</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 561
- <sup>11</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935, p. 558
- <sup>12</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 558
- <sup>13</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 562
- <sup>14</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 563
- <sup>15</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 563
- <sup>16</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 565
- <sup>17</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 566
- <sup>18</sup> NÁPOLES GÁNDARA, ALFONSO, Elogio al Sr. Profesor Sotero Prieto, Memorias de la Academia Antonio Alzate, 5-VIII-1935 p. 567
- <sup>19</sup> PRIETO RODRÍGUEZ, SOTERO, "Sobre una propiedad de las epicicloides: Nota de Geometría Cinemática", Memorias de la Soc. Alzate, Año 1911, Vol. VI, , México, p. 375
- <sup>20</sup> *ob. cit.* , p. 375
- <sup>21</sup> *ob. cit.* p. 376
- <sup>22</sup> *ob. cit.* p. 376
- <sup>23</sup> *ob. cit.* p. 376
- <sup>24</sup> *ob. cit.* p. 376
- <sup>25</sup> PRIETO RODRÍGUEZ, SOTERO, "Valuación de series poco convergentes", Memorias de la Soc. Alzate, Año 1916, Vol. II, México, p. 169
- <sup>26</sup> *ob. cit.* p. 169
- <sup>27</sup> *ob. cit.* p. 169
- <sup>28</sup> *ob. cit.* p. 170
- <sup>29</sup> *ob. cit.* p. 170
- <sup>30</sup> *ob. cit.* p. 170
- <sup>31</sup> PRIETO RODRÍGUEZ, SOTERO, "La Teoría de la Relatividad", El Maestro: Revista de Cultura Nacional, 1921, Edición Facsimilar Revistas Literarias Mexicanas Modernas, Fondo de Cultura Económica, México, 1979, p. 390
- <sup>32</sup> *ob. cit.* p. 391
- <sup>33</sup> *ob. cit.* p. 391
- <sup>34</sup> *ob. cit.* p. 392
- <sup>35</sup> *ob. cit.* p. 391
- <sup>36</sup> *ob. cit.* p. 399
- <sup>37</sup> *ob. cit.* p. 399

---

**38 PRIETO RODRIGUEZ, SOTERO, "La Teoría de la Relatividad, segunda parte", El Maestro: Revista de Cultura Nacional, 1923, Edición Facsimilar Revistas Literarias Mexicanas Modernas, Fondo de Cultura Económica, México, 1979, p. 281**

**39 *ob. cit.* p. 282**

**40 *ob. cit.* p. 283**

**41 *ob. cit.* p. 284**

**42 *ob. cit.* p. 287**

**43 *ob. cit.* p. 288**

**44 *ob. cit.* p. 288**

**45 *ob. cit.* p. 290**

**46 *ob. cit.* p. 294**

**47 *ob. cit.* p. 296**

**48 *ob. cit.* p. 297**

## **CAPÍTULO 5**

# **PROFESIONALIZACIÓN DE LA FÍSICA Y MATEMÁTICAS EN MÉXICO**

En el año de 1934 estaba listo el terreno para la profesionalización de la ciencia en México, era muy claro para algunos universitarios que las ciencias además de tener su sección solicitaban tener un espacio propio, pues el país requería tener científicos. Durante esta etapa de transición, se hizo latente la necesidad de fundar una escuela que se dedicara exclusivamente a impartir materias científicas, este fue el principal motivo que dio origen a la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, fundada en 1935, la cual recibió alojamiento en el edificio de la Escuela Nacional de Ingenieros y después se independizó convirtiéndose en la Facultad de Ciencias en 1939.

Desde los orígenes de dicha Facultad existía el proyecto de fundar alrededor de ella Institutos de Investigación; aunque desde el siglo pasado, independientemente de la Universidad Nacional ya funcionaban algunos establecimientos dedicados a la Investigación Científica y en 1929 al declararse la Autonomía Universitaria algunos de ellos pasaron a formar parte de nuestra máxima casa de estudios, éstos fueron: el Observatorio Astronómico Nacional que después se denominaría Instituto de Astronomía, la Dirección de Estudios Biológicos que más tarde se llamaría Instituto de Biología y el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos que pasó a ser el Instituto de Geología, nótese que ninguno de ellos estaba consagrado únicamente a la investigación en física o matemáticas.

En 1938 se fundó el Instituto de Investigaciones Físico-Matemáticas, el cual tuvo como primer objetivo crear un espacio para que el personal de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas pudiera hacer investigación, desde 1939 dicho Instituto se convirtió en el Instituto de Física.

Al fundarse la Facultad de Ciencias los institutos de investigación científica existentes estuvieron muy vinculados con esta institución, y poco tiempo después se fueron creando otros institutos, tal fue el caso del Instituto de Matemáticas que empezó a trabajar en 1942. Es importante mencionar que la Facultad y los Institutos son los mismos que han prevalecido hasta la fecha.

Este capítulo estará dividido en tres importantes secciones, cada una de las cuales estará dedicada respectivamente a una de las instituciones que constituyeron la cuna de la profesionalización de la física y matemáticas en México, éstas son: la Facultad de Ciencias, el Instituto de Física y el de Matemáticas.

## FACULTAD DE CIENCIAS

La fundación de la Facultad de Ciencias, estuvo precedida en lo inmediato por acontecimientos de carácter administrativo y académico que le permitieron consolidarse.

En cuanto a lo administrativo, los hechos relevantes que ocurrieron antes de su fundación fueron los siguientes: durante el año de 1933, siendo rector de la Universidad Nacional el Lic. Manuel Gómez Morín, se decidió en el Consejo Universitario que en la máxima casa de estudios se llevara a cabo una reorganización administrativa, docente y jurídica. El 4 de diciembre se aprobó en el Consejo Universitario, lo que fue uno de los primeros actos que se realizaron en este sentido: la creación de las Jefaturas de Grupo, cuya función sería coordinar y organizar el estudio de alguna disciplina en particular. Quienes fueron nombrados Jefes de estos grupos eran verdaderas personalidades en su materia, entre ellos destacaban Antonio y Alfonso Caso, Ezequiel Chávez, Isaac Ochoterena, Pablo González Casanova. Particularmente, los personajes a quienes se les encomendó la tarea de dirigir las secciones de matemáticas y física, fueron D. Manuel Sandoval Vallarta, D. Sotero Prieto y D. Basilio Romo<sup>1</sup>, los tres con amplio reconocimiento académico.

Las jefaturas de grupo constituyeron el preámbulo al reconocimiento de que las matemáticas y la física requerían un espacio propio dentro de la Universidad.

Aunque es importante hacer énfasis en que la preocupación por el estudio de la ciencia en México no ocurrió de forma repentina sino que siguió todo un proceso, pues en los años treinta, en la Facultad de Filosofía y Letras ya se tenían intenciones de otorgar títulos por haber realizado estudios de índole científico.

"Para el grado de Maestro en Ciencias Exactas se exigía cursar cuatro materias de matemáticas y cinco de otras asignaturas y para el grado de Doctor, otros dos cursos de Matemáticas. Este plan, cuya finalidad exclusivamente cultural salta a la vista, estuvo en vigor hasta fines de 1933, habiéndose dado tan sólo algunos cursos de Matemáticas superiores, sin que nadie hubiera completado la carrera. En Ciencias Físicas el plan de estudios era semejante, pero nunca se puso en práctica." <sup>2</sup>

En cuanto a lo académico, en 1934 la Universidad había alcanzado la madurez necesaria en sus Escuelas y Facultades que se hacía latente la necesidad de una institución que se dedicara **exclusivamente** al estudio e investigación de las ciencias, durante este año se hicieron las gestiones para concretizar la existencia de dicha institución.

La creación de una escuela en donde se profundizara más en la enseñanza de la física y las matemáticas requería de la formulación de planes de estudio que tuvieran a las disciplinas antes mencionadas como su eje principal. Así fue como el 4 de mayo de 1934 se realizó la primera propuesta de Plan de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, para la carrera de Profesor de Matemáticas la cual transcribo a continuación:

## **CURSOS OBLIGATORIOS**

**Algebra Superior (I y II términos<sup>3</sup>)**

**Geometría Analítica (I y II términos)**

**Introducción al Análisis Matemático (2 términos)**

**Ecuaciones Diferenciales (2 términos)**

**Geometría Diferencial (I y II términos)**

**Mecánica Analítica (I y II términos)**

## **CURSOS ELECTIVOS**

**Del grupo "A" se requieren 4 términos**

**Del grupo "B" se requieren 6 términos**

### **GRUPO "A"**

**Algebra Superior (III y IV términos)**

**Geometría Analítica (III y IV términos)**

**Geometría Proyectiva (II términos)**

**Análisis Vectorial (II términos)**

**Geometría Diferencial (III y IV términos)**

**Geometría de los Espacios de n-dimensiones (1 término)**

**Análisis Situs (1 término)**

**Historia de las Matemáticas (2 términos)<sup>2</sup>**

### **GRUPO "B"**

**Teoría de las Funciones de Variable Compleja (2 términos)**

**Análisis Armónico (1 término)**

**Análisis Gráfico y Nomografía (2 términos)**

**Teoría de los Números (2 términos)**

**Cálculo de Probabilidades (2 términos)**

**Mecánica Analítica (III y IV términos)**

**Mecánica Estadística (1 término)**

**Introducción Matemática a la Física Teórica (I y II términos)**

**Introducción Matemática a la Física Teórica (III y IV términos)**

**Teoría de la Relatividad (II términos)**

**Análisis Tensorial (2 términos)**

Este plan de estudios constituyó la primera propuesta organizada del estudio profesional de las matemáticas y la física contemporáneas en México. Es un proyecto en donde se marcan las materias mínimas indispensables que requerirá un profesor de matemáticas, para tener un desempeño aceptable.

Otro factor académico que fue de gran relevancia para la creación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas fue un seminario que se dedicó a las Matemáticas y la Física, que tenía lugar en la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, para su descripción cito textual al Dr. Graef, uno de sus protagonistas, quien escribió:

"El seminario creado por Sotero Prieto y Alfonso Nápoles Gándara se reunía todos los viernes en la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate de las seis de la tarde a las ocho de la noche. Asistían a las sesiones profesores y alumnos apasionados por las ciencias exactas. Este grupo científico inició sus labores en 1932. Unos profesores entusiastas asistían asiduamente y dirigían y orientaban las actividades del seminario.

Presidía las reuniones Don Sotero Prieto respetado por todos como "El Maestro". Animaban las discusiones Don Alfonso Nápoles Gándara, Don Mariano Hernández Barrenechea y Don Ricardo Toscano: todos ellos profesores de la Facultad de Ingeniería.

Entre los alumnos que asistíamos atraídos por una fuerza poderosa que ejercían sobre nosotros los aspectos desconocidos de las ciencias exactas que allí se revelaban, estábamos Rita y Sarita López de Llergo, Alberto Barajas, Ernesto Rivera, Bruno Mascanzoni, Miguel Urquijo Mercado y Carlos Graef Fernández. Nuestro seminario era el primer intento organizado para rebasar en ciencias lo que se enseñaba en las carreras de ingeniería. Sus reuniones avivaron en nosotros nuestra pasión por las matemáticas y por la física. En esa época del renacimiento científico de México en las ciencias exactas, llamábamos "Seminario" a un foro de una miscelánea de temas. Me imagino a un grupo de asombrados que con una lámpara poderosa se encuentra en una noche oscura frente a un castillo maravilloso. La luz se enciende por unos instantes en intervalos irregulares e ilumina distintas partes del monumento. Los asombrados adivinan admirados una edificación total plena de magia.

Una ocasión presentó Don Alfonso Nápoles Gándara aspectos de la conjetura de los cuatro colores. Esto dio motivo a que Don Sotero Prieto nos expusiera otros aspectos. Varias sesiones del seminario se dedicaron a este tema topológico.

Apenas hace unos cuantos meses se demostró la conjetura, después de más de treinta años y sólo con el auxilio de una poderosa computadora electrónica. Don Sotero Prieto nos expuso en forma brillante fragmentos de la teoría de la extensión de Grassman. Lo vimos multiplicar puntos de espacios multidimensionales y representar movimientos de sólidos en el espacio, por tornillos grassmanianos.

Don Alfonso Nápoles Gándara nos contagió su entusiasmo por los tensores a varios seminaristas. Don Ricardo Toscano nos interesó en tableros de ajedrez de forma arbitraria que pueden llenarse con saltos de caballo a partir de una casilla. Se trató el tema del planímetro de hachita que, a pesar de su simplicidad, mide áreas definidas por curvas simplemente conexas. Nabor Carrillo que años más tarde sería Rector de nuestra máxima casa de estudios, nos presentó una aproximación muy fiel al campo gravitatorio de la Tierra por un anillo circular con una distribución de masa lineal uniforme. Miguel Urquijo Mercado nos sorprendió mostrando unas curvas planas que son sus propias evolutas. Carlos Graef Fernández nos exhibió una generalización de los números complejos bidimensionales que después descubrimos que son los números dobles de Clifford. Estos ejemplos muestran cuáles eran las inquietudes en el campo de la física y las matemáticas en la primera mitad de la década de 1930 a 1940 en el mundo científico mexicano.

El Seminario de Física y Matemáticas fue mucho más que un foro en el que se mostraban aspectos interesantes de estas disciplinas. Hasta entonces México había estado al margen del desarrollo mundial en física y matemáticas.

No sólo no habíamos participado en la creación de ese movimiento, sino que no estábamos informados con detalle de lo que ocurría en Europa y en EE.UU.

El Seminario abrió una ventana al mundo de la ciencia y ofreció una tribuna para presentar las inquietudes, en física y en matemáticas del extranjero. El año de 1934 logró el Maestro Don Alfonso Nápoles Gándara que la Secretaría de Educación Pública invitara al Profesor Dirk J. Struik a venir a México a sustentar conferencias de matemáticas superiores. El Profesor Struik nació en Holanda y contribuyó a desarrollar el cálculo tensorial. Fue durante muchos años profesor de geometría diferencial y cálculo tensorial en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en Cambridge, EE.UU.

Durante su residencia en México tuvo una oficina en la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate. Su actividad en nuestro país estuvo íntimamente ligada con el Seminario de Física y Matemáticas. Struik presentó en sus conferencias en forma brillante, clara y llena de sugerencias el Programa de Erlangen del matemático alemán Felix Klein. Nos deslumbró ver como el concepto de "grupo", nacido de la teoría de las ecuaciones algebraicas, daba unidad y orden al aparente caos de los innumerables teoremas geométricos.

Otro paisaje matemático que Struik hizo aparecer en el escenario fue el de la geometría diferencial en grande. Dibujó la curva que encierra el área mínima en la que un segmento de recta puede realizar una vuelta completa sin salirse del recinto. Vimos como investigar las propiedades globales de las superficies. Por primera vez llegaban a México vientos preñados con información sobre la matemática contemporánea que se cultivaba en el extranjero.

Otro hombre de ciencia que nos presentó en el Seminario las maravillosas construcciones científicas que se estaban forjando en el extranjero fue el físico mexicano Don Manuel Sandoval Vallarta. Él era catedrático de física altas energías en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en Cambridge, EE.UU. Las vacaciones de verano las pasaba en México. Cuando se encontraba en nuestra capital visitaba el seminario de Física y Matemáticas. A él le oímos mencionar por vez primera a los espinos. Presentó las ecuaciones del campo electromagnético y su cuantización. Nos asombraba su dominio de la física contemporánea. En 1933 estableció la teoría de la radiación cósmica primaria en colaboración con E. Lemaitre de la Universidad de Lovaina en Bélgica. Esta teoría tuvo gran resonancia mundial y es la explicación aceptada en la actualidad de ese fenómeno físico. Sandoval Vallarta era el científico de talla internacional. En el Seminario nos llenaba de orgullo el que un científico mexicano tuviera esa posición destacada en el panorama de la ciencia universal.<sup>4</sup>

La presencia de Dirk Struik y Sandoval Vallarta fue clave para el desarrollo de la física y las matemáticas en México. En el discurso de presentación que hizo el Dr. Nápoles de su maestro Struik, mencionó que el progreso científico de los países usualmente está aunado a su intercambio académico con el extranjero, en donde alumnos y profesores participan de actividades académicas en otros ambientes. Se llama la atención acerca de la inexistencia en México de tal intercambio en las ramas de física y matemáticas y se menciona que es justo el momento de empezarlo, hecho que se hizo realidad desde el momento en que Struik estuvo presente para dar una serie de conferencias.

En las Memorias de la Sociedad Alzate se conserva la nota biográfica de Dirk Struik escrita por el Dr. Nápoles, en donde se pueden resaltar los siguientes puntos: nació en Holanda en 1894, comenzó sus trabajos académicos en la Universidad de Delf Holanda, recibió una beca para hacer estudios en Roma en donde tuvo contacto con Levi Civita; más tarde fue a Gotinga en donde siguió ampliando sus conocimientos. En 1926 se le ofreció el cargo de investigador asociado en el MIT, en donde se estableció, por lo menos, hasta el año de su visita a México, la cual fue de paso, ya que se encontraba en Año Sabático, el cual aprovechó para ir a Europa.

El intercambio académico con el extranjero abrió nuevos horizontes para la enseñanza y la investigación de la matemáticas y la física. Es importante aclarar que la visita del Dr. Struik fue consecuencia inmediata a la estancia del Dr. Nápoles Gándara en el MIT, en el año de 1931 y 1932, en donde hizo estudios becado por la Fundación Guggenheim, siendo el primer latinoamericano con estudios en su país de origen que fue becado por dicha fundación en el área de ciencias, hecho que puede considerarse como la primera relación directa que, en el ámbito de las ciencias exactas, se estableció entre México y el extranjero en este siglo.

El año de 1935 fue un año de contrastes para la física y las matemáticas en México, ya que ocurrió un hecho muy triste que fue la muerte de D. Sotero Prieto. En contraposición a esto, hubo gran júbilo en el ambiente científico debido a la fundación de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

El 21 de enero de 1935, siendo rector el Dr. Fernando Ocaranza, se aprobó una modificación a la estructura general de la Universidad, en la cual, se creaba la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, que se convertía en una de las cuatro corporaciones universitarias fundamentales. Dicha Facultad agrupaba a las Escuelas de Ingeniería y de Ciencias Químicas y al Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas, éste último fue la transformación de lo que antes eran las Secciones de Física y Matemáticas de la Facultad de Filosofía y Letras. Los cursos de física y matemáticas que se habían impartido en dicha Facultad pasaron a formar parte de la nueva Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Por otro lado, la sección de biología regresó a la Facultad de Filosofía que, para entonces se llamaba Facultad de Filosofía y Bellas Artes.

La creación de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas hizo que la enseñanza de las matemáticas y la física adquiriera otro nivel, empezaron a existir estudios especializados, que por lo pronto no tenían aplicación inmediata, era el estudio de la ciencia pura. La enseñanza de las matemáticas y la física empezó a ser independiente de los ingenieros, ya que algunos de los profesores que impartían los cursos superiores de matemáticas y de física no eran ingenieros, algunos habían comenzado su formación académica siendo estudiantes de esta carrera, pero habían desertado de la ingeniería por las matemáticas o la física, porque tenían un interés particular distinto de un título o las aplicaciones, tenían otra vocación, querían aprender la ciencia por la ciencia, se habían enamorado para toda la vida de esta disciplina.

El Decano de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Jefe del Departamento de Ciencias y Director de la Escuela Nacional de Ingenieros, fue el Ing. Ignacio Avilez.

Los Jefes de Grupo cuyas actividades tenían relación con la Facultad eran: Ing. Valentín Gama, en Ciencias Exactas; Ing. Basiliso Romo en Ciencias Físicas e Ing. Ricardo Monges López en Ingeniería.

De hecho, Gama fue propuesto en el Consejo Universitario como primer director de la Facultad, pero finalmente no tuvo la designación.

La Academia del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas estaba constituida de la siguiente manera:

Profesores  
Propietarios y suplentes  
Ing. Basiliso Romo  
Prof. Jorge Quijano  
Prof. Alfonso Nápoles Gándara  
Ing. Alfredo Baños  
Prof. Carlos Graef

**Alumnos**

**Propietarios**

**Srita. Ana Ma. Flores**

**Srita. Esther Gershenson Faber**

**Srita. Amalia Cavero Villanueva**

**Ing. Bruno Mascanzoni**

**Sr. Franciso José Muñoz Cabrera**

**Suplentes**

**Sr. Enrique Curiel Benfield**

**Sr. José Ma. Echarri Martínez**

**Sr. René Fernández Niño**

**Sr. Marcelino Reyes Paredes**

**Sr. Manuel Fletes Arriola**

**Los planes de estudio del Departamento de Ciencias, los cuales estaban relacionados con las carreras de matemáticas y física quedaron de la siguiente forma:**

Materias <sup>5</sup>	Grado de Maestro en Ciencias			Estudios para profesores en escuelas preparatorias			Estudios para profesores en escuelas secundarias y normales		
	Mat.	Fis.	Quí	Mat	Fis.	Quí	Mat.	Fis.	Quí
	Primer ciclo								
Complementos de álgebra	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Complementos de Geometría	2	-	-	2	-	-	2	-	-
Trigonometría rectilínea y esférica	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Geometría Analítica y Cálculo Dif e Int	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Geometría Analítica y Cálculo Dif e Int	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Ecuaciones Diferenciales	1	1	1	1	1	-	-	-	-
Geometría Analítica-Secc. Cónicas	1	-	-	1	-	-	1	-	-
Analítica de 3 dimensiones	1	-	-	1	-	-	-	-	-
Cálculo práctico	-	2	2	2	2	1	-	-	-
Geometría Descriptiva	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Introducción al Análisis Matemático	-	-	-	2	2	-	-	-	-
Historia de las Matemáticas	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Física-Mecánica	1	1	1	1	1	1	-	1	-
Física-Acústica y óptica	1	1	1	1	1	1	-	1	-
Física-fluidos, calor y termodinámica	1	1	1	1	1	1	-	1	-
Física-electricidad y magnetismo	2	2	2	2	2	2	-	2	-
Física general	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Laboratorio de física	-	-	-	-	2	2	-	2	1
Historia de la física	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Química inorgánica	-	-	4	-	-	-	-	-	-
Química inorgánica	-	2	-	-	2	2	-	-	2
Química orgánica	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Análisis químico cualitativo	-	-	1	-	-	1	-	-	1
Análisis químico cuantitativo	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Historia de la química	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Español	2	2	2	2	2	2	-	-	-
Inglés	2	2	2	2	2	2	-	-	-
Francés o alemán	2	2	2	2	2	2	-	-	-
Semestres obligatorios	22	22	26	28	28	27	11	12	12
Semestres de materias optativas	4	4	-	2	2	-	-	-	-

	Grado de Maestro en Ciencias								
	Mat.	Fis.	Qui						
	Ciclo superior								
Algebra superior	2	-	-						
Ecuaciones diferenciales	2	2	-						
Geometría analítica	2	-	-						
Geometría diferencial	2	-	-						
Análisis vectorial	2	2	-						
Introducción al análisis matemático	2	2	2						
Historia de las matemáticas	2	-	-						
Mecánica General	2	2	-						
Medidas físicas	-	2	2						
Introducción a la física teórica	-	4	2						
Historia de la física	-	2	-						
Química orgánica	-	-	4						
Físico-química	-	-	2						
Síntesis orgánica	-	-	2						
Historia de la química	-	-	2						
Idiomas	2	2	2						
Filosofía, literatura o ciencias naturales	4	4	4						
Semestres obligatorios	22	22	22						
semestres de materias optativas	8	8	8						

En las observaciones se aclara que el número que aparece en cada columna corresponde a semestres de estudio.

Para ingresar a cualquiera de los programas de estudio se pide que se tenga el grado de bachiller en Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional, para entrar al ciclo de maestría se podían revalidar materias realizadas en ciclos anteriores o en otras instituciones de la Universidad.

En la edición fascimular de los planes y programas de estudio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas hay un capítulo, bastante detallado, sobre textos, programas y profesores para cada una de las materias del plan de estudios, los cuales presento a continuación:

## MATEMÁTICAS

### Complementos de Álgebra

Primer semestre: Determinantes-Sistemas de ecuaciones lineales- Análisis combinatorio- Fórmula de Newton, para elevar a potencia un binomio- Cálculo de los radicales- Generalidades sobre los logaritmos- Series El número e- Logaritmos naturales- Funciones hiperbólicas- Números complejos- Vectores- Fórmula de Moivre- Función exponencial de variable real o imaginaria- Periodicidad- Fórmula de Euler- Logaritmos naturales de números complejos.

Segundo semestre: Variación de un polinomio de coeficientes y variables reales- Raíces y factores reales de un polinomio- Teorema de Rolle- Raíces

simples y múltiples- Raíces complejas conjugadas- Factores cuadráticos reales de un polinomio- Resolución de ecuaciones numéricas- Límites de las raíces- Raíces enteras y fraccionarias- Raíces irracionales- Aproximaciones sucesivas; interpolación lineal y método de Newton- Ecuaciones de tercer grado: resolución algebraica; resolución trigonométrica- Fracciones racionales; raíces y polos.- Descomposición de fracciones simples.

**PROFESORES:** Ings. Mariano Hernández, Bruno Mascanzoni y Nabor Carrillo.

**TEXTO:** Higher álgebra, Hawkes

**LIBROS DE CONSULTA:** Higher Álgebra, Hall and Knight, Algebre Supérieure, De Camberousse.

**Geometría Analítica y Cálculo Diferencial e Integral**

Coordenadas cartesianas en el plano, ejes rectangulares- Transformación de coordenadas- Estudio de la recta y de algunos lugares geométricos simples (círculo, parábola, elipse e hipérbola)- Derivadas y diferenciales de funciones algebraicas e integrales de polinomios en  $x$ , con aplicaciones a la geometría y a la física.

**PROFESORES:** Ings. Daniel Olmedo y Antonio Suárez y Profs. Alfonso Nápoles Gándara y Jorge Quijano.

**TEXTO:** Analytic Geometry and Calculus, Woods and Bailey.

**Geometría Analítica y Cálculo Diferencial e Integral**

(Segundo semestre)

Funciones trascendentes, gráficos- Coordenadas polares,- Derivadas y diferenciales de funciones trascendentes- Curvatura de una curva plana- Desarrollos en serie de Taylor y de MacLaurin- Integración de expresiones algebraicas y trascendentes ordinarias con aplicaciones a la Geometría y a la Física.

**PROFESORES:** Ings. Daniel Olmedo y Antonio Suárez y Profs. Alfonso Nápoles Gándara y Jorge Quijano.

**TEXTO:** Analytic Geometry and Calculus, Woods and Bailey.

**Geometría Analítica y Cálculo Diferencial e Integral**

(tercer semestre)

Ecuación general de las curvas de segundo grado- Curvas planas notables- Elementos de Geometría Analítica del espacio- Derivadas parciales y diferenciales totales en las funciones de dos variables independientes- Desarrollos en serie de Taylor y de MacLaurin- Ilustración de las series de Fourier con ejemplos concretos.

**PROFESORES:** Ings. Daniel Olmedo y Antonio Suárez y Profs. Alfonso Nápoles Gándara y Jorge Quijano.

**Ecuaciones diferenciales**

Ecuaciones finitas con una o más constantes- Eliminación de las constantes- Formación de ecuaciones diferenciales- Solución particular, solución general y solución singular- Integración de algunos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden- Algunos tipos simples de las ecuaciones de segundo orden- Ecuaciones lineales de orden superior.

**PROFESORES:** Ings. Daniel Olmedo y Antonio Suárez y Profs. Alfonso Nápoles Gándara y Jorge Quijano.

**TEXTO:** Differential Equations, Phillips.

#### **Cálculo Práctico**

Precisión de las medidas exactas e indirectas de magnitudes- Número de cifras exactas de los datos y de los resultados de los cálculos numéricos- Operaciones abreviadas- Cálculos numéricos, gráficos y mecánicos- Resolución de ecuaciones numéricas, gráficamente y por aproximaciones sucesivas- Centroides y momentos de inercia-Ecuaciones empíricas-Nomografía.

**PROFESOR:** Jorge Quijano

**TEXTO:** Graphical and Mechanical Computations, Lipka

**LIBROS DE CONSULTA:** The Calculus of Observations, Whitaker and Robinson- Traité de Nomographie, Dócagne Vue d'ensemble sur les Machines á Calculer, DÓcagne.

#### **Teoría de los errores**

Conocimientos necesarios para la mejor combinación de los resultados de observaciones en Física, Topografía, Geodesia y Astronomía- Ajuste de las figuras en una triangulación, cuando se han hecho observaciones superabundantes- Criterio para desechar observaciones dudosas- Determinación de la precisión o grado de confianza que merecen las observaciones hechas- Precisión de las figuras y de los resultados encontrados- Tolerancia en los trabajos de topografía y geodesia.

**PROFESOR:** Ing. Ricardo Toscano

**TEXTO:** Teoría de los errores, Toscano

**LIBROS DE CONSULTA:** Teoría de los Errores y cálculo de Probabilidades, Mateos- Cálculo de Probabilidades y Teoría de los Errores, Sánchez- Adjustment of Observations, Writght and Hyffford- Calcoli di Compensazioni, Iordan- Method of Least Squares, Merriman.

#### **Complementos de Geometría (dos semestres)**

Los métodos de demostración en la geometría. El método analítico y el método sintético. La geometría del triángulo. Puntos notables del triángulo. Teoremas de Ceva y de Menelao. Círculo de los nueve puntos. Estudio de las cónicas. Las transformaciones geométricas. Las congruencias. Las transformaciones homotéticas. Las transformaciones de semejanza- Potencia de un punto con respecto a una circunferencia. Eje radical de dos circunferencias. Centro radical de tres circunferencias. La transformación por radios vectores recíprocos. La proyección estereográfica como una transformación por radios

vectores recíprocos- Las transformaciones afines. La elipse como curva afín de una circunferencia- Haces y puntos armónicos. Polos y polares en las circunferencias. Polos y polares en las cónicas. La relación anarmónica. La transformación proyectiva.

**PROFESOR:** Carlos Graef.

**TEXTO:** Exercices de Géométrie, F. G. M.

**LIBRO DE CONSULTA:** Matemáticas elementales desde un punto de vista superior, Klein.

**Trigonometría Rectilínea y Esférica**

**Trigonometría Plana-** Funciones trigonométricas directas e inversas.-  
**Relaciones fundamentales-** Propiedades y resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos- **Teoremas y propiedades importantes de las funciones trigonométricas.**

**Trigonometría esférica-** Estudio geométrico del triángulo esférico-  
**Propiedades y resolución del triángulo esférico; regla de Neper.-** Propiedades y resolución del triángulo oblicuángulo- **Analogías de Neper.**

**PROFESOR:** Nabor Carrillo

**TEXTO:** Trigonometría Plana y Esférica, W. Wells.

**LIBROS DE CONSULTA:** Trigonometría Plana y Esférica, G. Hessenberg.-  
Higher Mathematiques, Brown.

**Geometría Analítica (secciones cónicas)**

Estudio geométrico de las secciones planas del cilindro y del cono de revolución.- **Parábola, elipse, hipérbola-** Ecuación general de segundo grado-  
**Notaciones abreviadas-** Curvas planas notables.

**6°TEXTO:** Analytic Geometry, Weeks and Bailey.

**LIBRO DE CONSULTA:** Géométry Analytique, Rouché- Comberousse.

**Geometría Analítica de tres dimensiones <sup>7</sup>**

**Nociones generales-** **Coordenadas-** Transformación de coordenadas- **El plano y la recta-** Superficies curvas- Ecuaciones de algunas cuádricas especiales-  
**Las cuádricas en general.-** Reducción de la ecuación general de segundo grado con tres variables- **Propiedades particulares de las diferentes cuádricas.**

**Introducción al Análisis Matemático**

**Análisis de la continuidad y diferenciación de las funciones de una o más variables independientes-** **Noción de gradiente-** **Jacobianos-** **Integrales múltiples e integrales generalizadas-** **Integrales curvilíneas, integrales de superficie y de volumen y sus relaciones fundamentales.-** **Iniciación al cálculo vectorial, a la resolución de ecuaciones diferenciales de diversos órdenes, a las series de Fourier, al cálculo de las variaciones, a la teoría de las funciones de variable compleja y a las integrales elípticas.**

**PROFESOR:** Alfonso Nápoles Gándara

**TEXTO:** Advanced Calculus, Woods

**LIBRO DE CONSULTA:** Cours d'Analyse, Goursat

### **Historia de las Matemáticas (dos semestres)**

Las matemáticas en algunos de los pueblos antiguos- Las matemáticas en Grecia- La aritmética y el álgebra en Grecia- Las matemáticas en Roma- Las matemáticas durante la Edad Media en los dominios de los árabes y en Occidente- El Renacimiento- Los precursores de la matemática moderna- Las matemáticas hasta Euler, Lagrange y Laplace- Los matemáticos ingleses del siglo XVIII- Las matemáticas en el siglo XIX- Geometrías no euclidianas.

ºTEXTO: History of Mathematics, Cajori

### **Álgebra Superior (dos semestres)**

Determinantes- Números complejos

Principios fundamentales de la Teoría de las ecuaciones- Composición de las ecuaciones- Transformación de las ecuaciones- Raíces comunes a dos ecuaciones- Teoría de las raíces iguales- Estimación por medio de las funciones simétricas, del máximo común divisor, etc. - Resolución de las ecuaciones numéricas - Teoremas de Descartes y de Rolle- Separación de las raíces- Resolución algebraica de las ecuaciones - Teoría de las ecuaciones binomias- ecuaciones trascendentes- El problema de la interpolación.

ºTEXTO: Algèbre Supérieure, De Comberousse

### **Ecuaciones diferenciales (curso superior dos semestres)**

Formación de ecuaciones diferenciales- Integración de las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden- Teoremas de existencia y propiedad de las integrales- Casos de reducción del orden de una ecuación. Ecuaciones diferenciales lineales- Wronskianos.

Integración por series- Ecuaciones de Legendre, de Bessel y de Ricatti- Ecuaciones diferenciales simultáneas- Ecuaciones con derivadas parciales y con diferenciales totales.

PROFESOR: Alfonso Nápoles Gándara

OBRAS DE CONSULTA: A Treatise on Differential Equations, A. R. Forsyth- Cours d'Analyse Mathématique, Tomo II, Goursat.

### **Geometría Analítica**

Ecuaciones en coordenadas homogéneas del plano, de la recta, de la esfera, etc.- Elementos impropios del plano y del espacio- Recta, plano y cono isotropos- Superficies y líneas imaginarias- Las transformaciones birracionales y cuadráticas- Sistemas de rectas- Complejos y congruencias- La cúbica alabeada - Las cuárticas alabeadas de primera y segunda especie - Superficies algebraicas- Reglas cúbicas y cuárticas.

PROFESOR: Jorge Quijano

TEXTOS Y LIBROS DE CONSULTA: Analytic Geometry of Three Dimensions, Salmon- Lezioni di Geometria algebraica, Severi.

### **Geometría Diferencial**

Estudio de las curvas planas y de las alabeadas.- Curvatura y torsión.- Fórmulas de Serret-Frenet- Estudio de las superficies en la vecindad de un punto: magnitudes y formas diferenciales fundamentales y direcciones principales - Coordenadas curvilíneas o gaussianas - Los símbolos de Christoffel.- Curvatura gaussiana y curvatura media de las superficies.- Curvas fundamentales consideradas en las mismas (líneas de superficies conjugadas, asíntóticas y geodésicas).- Aplicaciones.

**PROFESOR:** Alfonso Nápoles Gándara

**OBRAS DE CONSULTA:** Differential Geometry, Weatherburn. - Differential Geometry, Eisenhart.

**Análisis vectorial**

Adición, sustracción y multiplicación de vectores.- Propiedades relativas a diferenciales e integrales de los vectores considerados como funciones.- Aplicaciones simples.- Aplicaciones del método vectorial al estudio de los campos electrostáticos y al de las funciones armónicas en tres dimensiones.

**PROFESOR:** Alfonso Nápoles Gándara

**TEXTO:** Vector Analysis, II. B. Phillips.

Las once últimas materias corresponden al plan de estudios de la maestría exclusivamente. Las materias de maestría eran lo que en la actualidad serían los primeros semestres de una licenciatura en matemáticas. Los contenidos de las materias para ser profesor de matemáticas de secundaria o bachillerato correspondían aproximadamente a los programas de bachillerato actuales, probablemente con mayor profundidad y son más completos que los programas de Normal Superior para ser profesor de matemáticas ahora. Sin embargo, los programas de la propuesta de 1934 para la carrera de profesor de matemáticas, presentados anteriormente, eran más ambiciosos, de hecho, eran similares a los programas de maestría en matemáticas que entraron en vigor en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Lo que puede notarse en los planes de estudios de las carreras de matemáticas es que aquellos profesores que se habían sido formados solamente en la Escuela Nacional de Ingeniería tenían tendencia a seguir empleando los textos franceses que se utilizaban a principios de siglo. Y para entonces, ya existía otra corriente importante, que en matemáticas tuvo su principal influencia en el Dr. Alfonso Nápoles, quien acababa de traer material nuevo para los mexicanos en esta área. Nótese particularmente las materias de: análisis vectorial, geometría diferencial, introducción al análisis matemático, las cuales son algunas de las materias que había cursado en el MIT. Se empezaban a difundir las matemáticas de alto nivel en México.

En cuanto a Física las materias del plan de estudio, cuyos programas aparecen publicadas en el folleto de los planes y programas de estudio son:

**FÍSICA:**

### **Física- Mecánica**

**Noción de fuerza.- Composición, descomposición, equivalencia de fuerzas.- Centros de gravedad.- Frotamiento.**

**Nociones de velocidad y de aceleración.- Movimiento de un punto.- Movimiento de un sólido rígido.**

**Noción de masa.- Leyes fundamentales de la Dinámica.- Principios generales.- Trabajo y energía.- Potencia.- Teoría de las máquinas.**

**PROFESORES: Ings. Basiliso Romo y Mariano Hernández.**

**TEXTO: Précis de Mécanique, Papier.**

### **Física- Acústica y Óptica**

**Acústica.- Movimiento vibratorio.- Ondas estacionarias.- Propagación del sonido en los sólidos, en los líquidos y en los gases.- Vibraciones de las cuerdas.- Cualidades del sonido.- Reflexión, resonancia, refracción e interferencias del sonido.- Aparatos de producción y para la medida del sonido.- Acústica de teatros, salas de concierto, estudios de radio, etc.**

**Óptica.- Principios generales.- Astigmatismo y aplanetismo.- Reflexión y refracción.- Espejos, lentes, instrumentos ópticos.- Fotometría.- Teorías acerca de la naturaleza de la luz.- Espectroscopios y espectrógrafos.- Difracción, dispersión, doble refracción.- Polarización rectilínea y rotatoria.- Polarímetros.**

**PROFESOR: Efrén Fierro**

**TEXTOS Y LIBROS DE CONSULTA: Acoustique générale, II, Bouasse.- The Acoustics of Buildings, Davis and Kaye.- Cours d'Optique Géométrique, J. Tourriol.- Física, Chwolson.**

### **Física- Fluidos, Calor y Termodinámica.**

**Hidrostática e Hidrodinámica.- Mecánica de los gases.**

**Calores específicos.- Equivalencia entre el calor y el trabajo.- Trabajo desarrollado por la presión de un gas.- Diversas clases de procesos o transformaciones.- Ciclos.- Ciclo de Carnot.- Entropía.- Segundo principio de la termodinámica.- Propiedades de los vapores.- Máquinas de vapor y de combustión interna.**

**PROFESOR: Ing. Basiliso Romo**

**TEXTO: Thermodynamics, Enswiler.**

**LIBROS DE CONSULTA: Practical Thermodynamics, Cardullo.- Thermodynamics, Lecon.**

### **Física- Electricidad y Magnetismo (dos semestres)**

**Estudio de las leyes fundamentales de la Electrostática.- Dieléctricos y conductores.- Leyes fundamentales de magnetostática.- Corrientes continuas: principios fundamentales.- Efectos químicos y termoelectrónicos.- Campo magnético de una corriente eléctrica.- Inducción electromagnética: Ley de Faraday.- Medidas absolutas y sistemas de unidades.**

**PROFESOR: Ing. Alfredo Baños**

**TEXTO: Principles of Electricity, Page and Adams.**

**LIBROS DE CONSULTA:** Electricity and Magnetism, Ertage.- Electricity and Magnetism, Starling.- The Mathematical Theory of Electricity and Magnetism, Jeans.

**Laboratorio de Física<sup>10</sup> (dos semestres)**

Ejecución individual, por parte del alumno, de una serie de 30 experimentos al año, que representen el material tratado en los cursos teóricos de Física: Mecánica; Fluidos, Calor y Termodinámica; Acústica y Óptica; Electricidad y Magnetismo.

**Historia de la Física (dos semestres)**

**I.- La Física en Grecia.-** Descubrimientos en mecánica, óptica, electricidad y magnetismo.- La hipótesis atómica.- Métodos empleados por los investigadores griegos.

**II.- Contribución de los romanos y los árabes al progreso de la física.-** La obra de difusión y de investigación realizada por los árabes.

**III.- La Física en Europa durante la Edad Media.**

**IV.- El Renacimiento.-** El sistema de Copérnico y las leyes de Kepler; su influencia en el desarrollo de la mecánica.- Galileo; las leyes de la caída de los cuerpos; funda la Dinámica.- La invención del telescopio.- Los trabajos de Gilbert sobre Magnetismo.- El empleo de la experiencia y del método inductivo en la investigación científica.

**V.- La Física en el siglo XVII.-** Trabajos de Descartes, Leibnitz, Huyghens y Newton en Mecánica; la fuerza centrífuga; la fuerza viva; la gravitación universal.- Las nociones y principios fundamentales de la Mecánica.- Resistencia de los físicos y los filósofos a admitir las acciones a distancia.- Ley de Boyle o de Mariotte.- Descubrimiento de algunas leyes de la óptica e hipótesis que se idearon para explicarlas.- Descubrimientos en las ramas de Acústica y Calor.

**VI.- La Física en el siglo XVIII.-** Mecánica; el principio de D'alembert.- Óptica; controversias entre los partidarios de las teorías de la emisión y de las ondulaciones.- Calor.- Las diferentes escalas termométricas; nociones de calor específico y calor latente; el calorímetro.- Electricidad.- Descubrimientos realizados por la experiencia; hipótesis propuestas para explicar los fenómenos eléctricos.- Ley de Coulomb.- El descubrimiento de la corriente eléctrica o galvanismo; controversias a que dio lugar.

**VII.- Siglo XIX. Óptica.-** Descubrimientos realizados por la experiencia; explicación de los fenómenos conocidos en la hipótesis de la emisión.- La energía radiante.- Determinación de la velocidad de la luz.- Calor.- Determinación de los calores específicos de los gases y de sus coeficientes de dilatación.- Se funda la Termodinámica: la conservación de la energía.- Electricidad.- Progresos teóricos y prácticos realizados en esa rama.- La electrólisis y la hipótesis de la disociación electrolítica; iones y electrones.- Los rayos catódicos y los rayos X.- La radioactividad.

**VIII.- Siglo XX.-** Las nuevas teorías sobre la constitución de los cuerpos.- La Relatividad.

**TEXTO:** Historia de la Física, Florian Cajori  
**LIBROS DE CONSULTA:** Historie de la Physique, Poggendorf. A short history of Physics, Buckley. La Mécanique, Mach. La évolution de la mécanique, Duhem. La Méthode dans la science, Bouasse.

#### **Mecánica general<sup>11</sup>**

**Cinemática.-** Nociones fundamentales.- Cinemática del punto; velocidad, aceleración, movimientos referidos a diferentes sistemas de coordenadas.- Movimientos elementales del sólido invariable: movimientos de translación, rotación y helicoidal.- Cambios de sistema de referencia. Dinámica; nociones y principios fundamentales: principio de inercia; fuerza; masa; unidades fundamentales.- movimiento del punto material sujeto a diferentes fuerzas.- composición de fuerzas.- Trabajo: trabajo elemental; trabajo total; unidades de trabajo; campo de fuerza; Trabajo efectuado por la fuerza de un campo sobre un punto que se mueve en él.- Función de fuerzas; potencial; superficies de nivel.- Teorema de la fuerza viva: fuerza viva; Teorema de la fuerza viva para un punto material; energía cinética de un punto; energía potencial de un punto en un campo; energía total.- Conservación de la energía de un punto en un campo.- Unidades.- punto atraído por un centro en razón inversa del cuadrado de las distancias.- Punto material no libre.- Equilibrio y movimiento de un punto sobre un plano.- Péndulo simple.

**Estática.-** Teoría de los momentos.- Equilibrio del punto libre y sin frotamiento.- Estática de los sólidos; equilibrio de un sólido libre.- sistemas de fuerzas equivalentes.- Equilibrio de los sólidos no libres.

**Dinámica.-** Movimiento del sólido invariable; Teorema D'alembert.- Teoremas generales.- Movimiento de un sólido invariable con diferentes grados de libertad.- Teoría de los momentos de inercia.

**TEXTO:** Course de Mécanique, Appell

**OBRA DE CONSULTA:** Course de Mécanique, Bouasse.

#### **Medidas físicas<sup>12</sup>.- (dos semestres)**

Trabajo individual de laboratorio en mecánica, propiedades de la materia y calor. En la parte teórica del curso se tratarán los principios generales que rigen el tratamiento de datos experimentales y la organización de investigaciones cuyas conclusiones descansan en medidas físicas.

**TEXTOS:** Precision of Measurements and Physical Methods, Goodwin- Manual of experiments in physics, Ames and Blis.

#### **Primer curso de introducción a la Física Teórica (dos semestres)**

Estudio de la mecánica, con especial atención a las ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales que rigen las vibraciones de partículas, cuerdas y membranas.- Series de Fourier y análisis vectorial.- Elasticidad e hidrodinámica, conducción de calor, teoría del campo electromagnético, teoría del potencial y de la teoría electromagnética de la luz.

**PROFESOR:** Ing. Alfredo Baños.

## **TEXTO. Introducción to Theoretical Physics, Salter and Frank**

**Segundo curso de introducción a la Física Teórica (dos semestres)**

**La mecánica ondulatoria y la mecánica cuántica.- Teorías estadísticas de la materia, clásicas y cuánticas.- La estructura de los átomos y moléculas y las propiedades de la materia.**

**PROFESOR: Ing. Alfredo Baños**

**TEXTO: Introducción to Theoretical Physics, Salter and Frank.**

**Los últimos seis cursos corresponden a la maestría en física.**

**En el caso de física, también se nota la influencia exterior, ya que la mayoría de los cursos superiores son impartidos por el Ing. Alfredo Baños, quien había tenido una formación completa en Estados Unidos, pues desde la secundaria había estudiado en aquel país. El Ing. Baños, incluso había obtenido Doctorado por el MIT, desconozco porque está registrado como Ingeniero. De hecho, si se observa ninguno de los profesores es mencionado como Doctor, todos son Ingenieros o Profesores.**

**En las materias de física, también hay una tendencia hacia los textos franceses, especialmente para las materias clásicas y se empieza a notar la influencia norteamericana en aquellos profesores que habían tenido formación adicional a la de la ENI, incluyendo el seminario de la Academia Alzate.**

**Pero los cambios de estructura en la Universidad Nacional volvieron a sentirse en ese mismo año de 1935. Primero, en septiembre, renunció a la rectoría el Dr. Fernando Ocaranza y su lugar lo ocupó el Lic. Luis Chico Goerne. Unos días después la transformación hizo que dejara de existir la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y las Escuelas de Ingeniería y Química volvieron a ser independientes entre sí. Lo que había sido la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas se transformó en el Departamento de Ciencias de la Facultad de Ingeniería, en la cual se siguieron ofreciendo las maestrías y doctorados en las mencionadas áreas científicas.**

**En 1936 desaparecieron las Jefaturas de Grupo y el Ing. Monges López fue nombrado Jefe del Departamento de Ciencias, e inmediatamente comenzó, según sus propias palabras, a hacer gestiones para fundar (nuevamente) la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, en el discurso del 25 aniversario de la Facultad de Ciencias, mencionó lo siguiente:**

**"...las autoridades universitarias me autorizaron a presentar un proyecto para la creación de la Facultad de Ciencias y me nombraron con fecha 6 de septiembre de 1935 jefe del Departamento de Ciencias. Consultados los biólogos sobre su incorporación prefirieron permanecer en la Facultad de Filosofía, por lo cual el proyecto elaborado para todas las ciencias se concretó a las ciencias físicas y matemáticas, y corridos los trámites de rigor, este proyecto fue aprobado por el Consejo Universitario y el día 1° de marzo de 1936 comenzó a funcionar la nueva escuela bajo mi dirección con el nombre de Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, con autorización para otorgar grados académicos." <sup>13</sup>**

Aquí es importante aclarar que se tendría que hablar de una "refundación" de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, ya que ésta había funcionado ya en 1935 y tenía planes y programas de estudio perfectamente definidos, los cuales se presentaron hace algunas páginas.

El nombramiento como director de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas del Ing. Ricardo Monges López, no fue obra de la casualidad; según él, el Lic. Gómez Morín primero lo llamó a colaborar en la reorganización de la sección de ciencias de la Universidad; y esto se debió a que el periódico El Nacional había designado a 1933 como el Año Científico y fue conmemorado con una serie de publicaciones en este campo, entre las cuales el Ing. Ricardo Monges López escribió algunas.

D. Ricardo no fue el único autor de publicaciones relacionadas con ciencia en el Nacional, pero los otros articulistas no fueron llamados por el Sr. Rector. Lo cual indica que debió existir una razón más poderosa para pedir la contribución del Ing. Monges López, que pudo ser su mejor preparación, la afinidad en puntos de vista que tenía con la Rectoría o, incluso, una estrategia de organización.

El Ing. Monges López hasta 1934 había tenido contacto con el ambiente académico y había ocupado cargos públicos importantes. Haciendo un resumen acerca de su trayectoria profesional se puede decir lo siguiente: En 1904 ingresó a la ENI, en donde se destacó como alumno; en 1910 el Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes le otorgó una beca para hacer estudios de Ingeniería Hidráulica y Ferrocarriles en Estados Unidos, en 1911 continuó sus estudios en Europa y en 1912 regresó a México, en donde presentó su examen profesional para obtener el título de Ingeniero Civil. En 1914 la Secretaría de Comunicaciones lo nombró Subdirector de Obras del Puerto de Tampico. A partir de 1915 se dedicó a la investigación geológica y geofísica, aplicándose principalmente a la explotación del petróleo; su trabajo como investigador lo alternó con el cargo de Delegado de la Comisión Técnica del Petróleo en la región de Tampico y el Norte de Veracruz durante 16 años. En 1934, cuando la Facultad de Ciencias fue creada, era Presidente de la Sociedad Científica Antonio Alzate, que entonces era la Sociedad que dedicaba mayor tiempo al desarrollo de la física y las matemáticas en México.

Al hacer un breve análisis del curriculum del Ing. Monges López, se puede ver que su experiencia en cargos públicos combinada con su desempeño académico lo hacía ser un buen candidato para ocupar la dirección de la Facultad de Ciencias.

En 1936 se propuso un plan de estudios para la carrera de Maestro en Ciencias Matemáticas, con fecha 2 de marzo en él se explicaba de modo general la manera como debería llevarse a cabo la carrera, de lo cual decía lo siguiente:

- A).- El Bachillerato que se requiere para esta carrera es el de Ciencias Físicas y Matemáticas o el de Arquitecto.
- B).- La cuota anual de colegiatura para los alumnos regulares de esta carrera es de \$50.00.

- C).- Durante 1936 pueden considerarse como alumnos regulares, para los efectos de pago de colegiaturas, los que llevan materias aisladas encaminadas a la regularización.
- D).- El número máximo de materias aisladas que puede tomar un alumno de los comprendidos en el párrafo anterior es de SIETE.
- E).- Al terminar un alumno los estudios de los tres primeros años se le extenderá un certificado que lo autorizará para ejercer como profesor de matemáticas en escuelas preparatorias." 14

A continuación se presenta el plan de estudios para la carrera de Maestro en Ciencias Matemáticas, la importancia de este plan de estudios con respecto a los anteriores es que agrupa por años las materias que deberán cursarse para obtener el título, a este plan de estudios se podía inscribir un alumno que terminaba la preparatoria, era una carrera universitaria no un posgrado; en el siguiente plan de estudios que se daba para la carrera podrá apreciarse en el aspecto académico cuál era el grado de especialización que se requería para alcanzar el título, existen algunas diferencias en las materias con respecto a los planes de estudio anteriores, como en el primer año química e inglés, en el segundo física y laboratorio de física y en el tercero álgebra moderna.

#### **PRIMER AÑO**

Complementos de Algebra  
Geometría Analítica y Cálculo Diferencial e Integral  
Complementos de Geometría y Trigonometría  
Química Inorgánica y Análisis Cualitativo  
Física (Mecánica, Fluidos, Calor y Term.)  
Inglés

#### **SEGUNDO AÑO**

Geometría Analítica, Cálculo Dif. e Integral, Ecuaciones Dif  
Geometría Analítica (Secciones Cónicas y de tres dim.)  
Cálculo Práctico  
Física (Acústica, Óptica, Electricidad y Magnetismo)  
Laboratorio de Física  
Mecánica (Cinemática y Dinámica)  
Electiva (Alemán, Francés o Italiano)

#### **TERCER AÑO**

##### **(CURSOS SUPERIORES)**

Análisis Vectorial  
Introducción al Análisis Matemático (I)  
Historia de las Matemáticas  
Introducción a la Física Teórica (I)  
Algebra Moderna

## **CUARTO AÑO CINCO MATERIAS DEL SIGUIENTE GRUPO:**

**Introducción al Análisis Matemático (II)  
Ecuaciones Diferenciales  
Geometría Algebraica  
Geometría Diferencial  
Teoría de las Funciones Analíticas  
Geometría Proyectiva  
Cálculo de Probabilidades  
Cálculo Diferencial Absoluto<sup>15</sup>**

Se puede comentar al respecto de este Plan de estudios lo siguiente: las materias que se impartían no eran únicamente de orden matemático, la física estaba presente en todo el proyecto. Este fue el primer plan de esta índole que estaba estructurado por años escolares, lo cual quiere decir mucho, por ejemplo que ya se había alcanzado la organización y, sobretodo, se tenían los profesores suficientes para impartir los cursos. Se dio el caso que algunas veces es el mismo profesor el que impartía diferentes materias; pero ya se puede hablar de un grupo de profesores organizados y con objetivos definidos para la formación de científicos en México.

En 1937 después de haberse establecido la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, el Ing. Monges López, como su Director, hizo los trámites para que le fueran otorgados el grado de Doctor a D. Alfonso Nápoles Gándara y el de Maestro en Ciencias a Jorge Quijano, quienes habían contribuido notablemente hasta ese momento en el desarrollo de las ciencias físicas y matemáticas, los grados les fueron otorgados a los profesores varios años después.

Existe una pregunta que es inevitable hacer cuando se estudia la historia de la Facultad de Ciencias, y es precisamente, ¿por qué la tendencia a agrupar a todas las ciencias en una misma institución? Hay un hecho que se va a resaltar durante el proceso de profesionalización, que es la necesidad de que las ciencias no se encuentren aisladas una con respecto a otra, permitiéndoles que en un proceso natural se relacionen, esto es, cultivar el desarrollo interdisciplinario, de esto habla el Ing. Monges López en una carta al Rector, con fecha 1º de diciembre de 1937, en donde menciona:

"Asimismo, por ser la naturaleza una unidad, aunque se nos manifieste en distintas formas, toda ciencia particular no es sino un frente de ataque para resolver el mismo y único problema, que es el conocimiento íntimo de la naturaleza y de las leyes que rigen sus fenómenos, y por eso no hay progreso sustancial en una rama de la ciencias que no influya en las otras; por lo cual, otro aspecto esencial de la investigación para el progreso de la ciencia es la coordinación de todas las investigaciones y la cooperación de todos los investigadores."<sup>16</sup>

En 1938 se comenzaron las gestiones para fundar una Facultad de Ciencias, para entonces ya había un Instituto de Investigaciones en Ciencias Físicas y Matemáticas, del cual tratará la sección siguiente, y conjuntamente el Director de

éste, el Dr. Alfredo Baños, el Director de la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, el Ing. Monges López y el Maestro Isaac Ochoterena por parte del Instituto de Biología y el Dr. Antonio Caso, Director de la Facultad de Filosofía y Letras, presentaron ante el Consejo Universitario un proyecto para la formación de la Facultad de Ciencias, que iba desde su funcionamiento, su reglamento, las secciones, los planes de estudio de cada una de las carreras que se impartirían, este plan era muy completo y fue presentado a consideración, todavía no tenía carácter definitivo, de dicho proyecto haré una serie de citas textuales en todos los aspectos relacionados con su contenido, en primer lugar se plantea la necesidad de una Facultad de Ciencias del siguiente modo:

"En todas las principales universidades del mundo, aun en las de segundo orden, existe una Escuela o Facultad dedicada al estudio superior de las ciencias que se denomina ESCUELA O FACULTAD DE CIENCIAS.

En las más pobres se enseñan, cuando menos, las cuatro ciencias fundamentales, a saber: Las Matemáticas, la Física, la Química y la Biología, pero, en la mayoría de ellas, se enseña también la Geología y la Astronomía, que son las ciencias concretas de mayor generalidad, y en las universidades de primer orden se incluyen aun las ciencias psicológicas." <sup>17</sup>

La creación de la Facultad de Ciencias tuvo dos claras finalidades, una era la formación de profesores universitarios para cualquier carrera que tuviera relación con las disciplinas estudiadas en dicha Facultad, la segunda era formar investigadores científicos, pues para ese momento se había popularizado en México la idea de que el progreso de un país está estrechamente vinculado con su desarrollo científico, por lo cual el desarrollo de la investigación científica en el país adquiriría cada vez mayor importancia.

No hay que pasar por alto que la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, como toda institución, tenía sus finanzas, contaba con presupuesto, aunque pequeño, digno de consideración se obtenía el costo promedio por alumno, por ejemplo en 1938 sus egresos fueron de \$42,020 y el número de alumnos fue de 60, lo que da un costo promedio por alumno de \$700.33.

La independencia material que necesitaba la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas fue otro factor que motivó la creación de la Facultad de Ciencias. El desarrollo de la ciencia en la Universidad requería mayor infraestructura y no era posible aumentar tanto el presupuesto a una Escuela que no tenía ni siquiera instalaciones exclusivas.

Para 1938 se estaba elaborando en la Universidad un nuevo Estatuto, así que se aprovechó la modificación que se estaba gestando y se propuso que se diera cabida en el nuevo Estatuto a la Facultad de Ciencias y a los nuevos Institutos de Investigación Científica.

La manera como se propuso que estuviera organizada la Facultad de Ciencias, con respecto a sus Departamentos fue expuesta en el documento antes mencionado y dice lo siguiente:

"La Facultad de Ciencias debe tener cuando menos siete departamentos, a saber: el de Matemáticas, el de Física, el de Química, el de Biología, el de Geología, el de Geografía y

el de Astronomía y debe integrarse con los elementos que tiene la Escuela Nacional de Matemáticas y Ciencias Físicas y con los de las Secciones de Biología y de Geografía de la Facultad de Filosofía y Estudios Superiores.

...es conveniente que exista un Instituto correspondiente a cada uno de los Departamentos de la Facultad..De este modo cada jefe de Instituto será al mismo tiempo ex-oficio Jefe del Departamento respectivo de la Facultad de Ciencias." 18

La organización de la Facultad de Ciencias estaba planteada de una forma clara, y consideró en todo momento a los Institutos, desde el inicio, se consideraba que la investigación estaría ligada a la enseñanza de las ciencias, el proyecto abarcaba ambas partes como un todo. De hecho se pedía más, ya que se proponía formar un Consejo Consultivo cuyo objeto fuera coordinar las labores científicas, en el cual se pensó estuvieran los Jefes de cada Instituto, además de los Directores de la Facultad de Ciencias y de la de Filosofía y Estudios Superiores. El cual se formó algunos años después.

Los títulos que se darían en la Facultad de Ciencias, según el proyecto, serían los de Maestro en Ciencias (equivalente a la actual Licenciatura) y el de Doctor en Ciencias en cada uno de los Departamentos, además en el Departamento de Geología se ofrecería el de Geólogo y en los Departamentos de Geografía y Matemáticas los títulos de Profesor en las respectivas áreas para escuelas secundarias y normales.

Antes de presentar la parte medular del proyecto diré que fue aprobada por unanimidad la creación de la Facultad de Ciencias en el Consejo Universitario en su sesión del 28 de noviembre de 1938 y con respecto al proyecto presentado se decidió nombrar una Comisión que dictaminara acerca de tal documento, tal comisión quedó integrada por: Ing. Mariano Moctezuma, Dr. Fernando Orozco, Dr. Joaquín Gallo, Dr. Ignacio González Guzmán, José Maiz Mier, Jaime Sordo, Manuel Chárvel; todos ellos nombrados por el Rector expresamente para analizar y dictaminar acerca del plan de estudios que había sido presentado en octubre de ese año.

A continuación presentaré una síntesis<sup>19</sup> del reglamento propuesto en el proyecto para cada uno de los grados que la Facultad de Ciencias otorgaría, comenzaré por la Maestría en Ciencias, recuerdo al lector que a esta Maestría se podía ingresar directamente del Bachillerato, por lo tanto se trataba de un nivel de estudios equivalente a la actual Licenciatura, me referiré a los requisitos que se consideraba debieran cumplirse para obtener el grado:

- Aprobar todas las asignaturas del plan de estudios correspondiente.
- Poder traducir del inglés al español y de otro idioma a elegir entre alemán, francés e italiano.
- Aprobar un examen escrito de conocimientos generales de su especialidad.
- Se le asignará al alumno, por dos profesores de su especialidad, un tema para su tesis de grado.
- Presentar la tesis en original y dos copias al carbón, y será sometida a dictamen por una comisión de profesores.

-Aprobar el examen oral que tratará sobre la tesis.

El que ya en el plan de estudios esté considerada una tesis le da un carácter más serio, y también más acorde con las intenciones que tenía la Facultad de Ciencias, formar investigadores científicos. Otro detalle que merece ser comentado es el de la traducción del idioma inglés, esto puede mostrar la preocupación que existía ya de que los futuros egresados de la Facultad de Ciencias pudieran tener contacto con investigadores de otros países sin ningún problema.

Las modificaciones que se presentaron en el dictamen que la Comisión dio a conocer el 5 de diciembre del mismo año, las mencionaré a continuación, es importante tomar nota de éstas ya que constituyen el primer plan de estudios para la Maestría en Ciencias que se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias y fueron la base para todos los proyectos que siguieron al plan de 1938. Aunque también hay que tomar en cuenta que los planes de estudios de la Facultad de Ciencias tuvieron sus precedentes en sus similares de la Escuela Nacional de Ciencias Físicas y Matemáticas, por lo tanto todo es una cadena y es importante que se visualice de manera conjunta.

Las modificaciones que presentó la Comisión para la Maestría en Ciencias fueron las siguientes:

Se suprimen las materias de idiomas que presentaba el proyecto de plan de estudios y se le pide al alumno que demuestre conocimientos en dos de los siguientes idiomas: inglés, francés, alemán e italiano.

Se pone como condición que el alumno apruebe en la Facultad de Filosofía y Letras tres cursos de Ciencias de la Educación, los cuales son los siguientes: Filosofía de la Educación, Psicología de la Educación y Psicología de la Adolescencia.

Y, por último, se aclara, que la tesis se presentará en original y las copias al carbón que se requieran.

La importancia de las modificaciones que se acaban de mencionar radica especialmente en el interés que se tenía de que los futuros Maestros en Ciencias tuvieran conocimientos de pedagogía para poder ser profesores de las materias en las que se habían titulado. Es importante mencionar que había gran demanda de profesores de secundaria, particularmente en el área de matemáticas, así que el darle a un maestro en ciencias una preparación pedagógica daba la posibilidad de tener profesores de alto nivel en la planta de secundarias e, incluso, normales.

Los requisitos para obtener el título de Profesor en la Facultad de Ciencias eran los siguientes:

-Aprobar de las materias del plan de estudios correspondiente.

-Aprobar de una tesis sobre enseñanza de su área que se señale al alumno.

-Aprobar un examen profesional sobre la tesis realizada.

Los requisitos pedidos para la titulación de Profesores no eran comparables a los requisitos pedidos para la titulación de un Maestro en Ciencias, hecho que se debía a la gran demanda de profesores de educación media que tenía el país,

ya que en ese momento no estaba preparado para cubrir esta necesidad, requería forzosamente de profesores en el área de matemáticas. La Comisión Dictaminadora del Proyecto de la Facultad de Ciencias aclaró que para el ingreso a la carrera de Profesor de Matemáticas en Escuelas Secundarias y Normales el aspirante debía ser maestro normalista o, en su defecto, haber concluido la Secundaria.

Con respecto a los requisitos para obtener el grado de Doctor en Ciencias, también figuran en el proyecto antes mencionado; a continuación presento una síntesis de los mismos:

- Haber obtenido el grado de Maestro en Ciencias en la especialidad correspondiente.
- Aprobar al menos dos cursos superiores, que no hayan sido cursados con anterioridad por el alumno, los cuales se los señalará el Jefe de Departamento respectivo.
- Presentación de una tesis de investigación original cuyo tema le será asignado por algún profesor.
- Presentar original y dos copias al carbón de la tesis, de la cual se hará un dictamen para su aprobación directa o para hacer modificaciones.
- Presentar un resumen de su investigación que no exceda de 25 páginas escritas a máquina a renglón abierto y que tenga la presentación adecuada para su publicación en alguna revista científica.
- Presentar el examen doctoral, que será tanto escrito como oral. El examen escrito será de carácter general sobre la especialidad y el examen oral será sobre la tesis presentada.

Un punto que merece se le de mayor énfasis es el de la presentación del resumen de la investigación de la tesis, el cual se pensó en publicarlo directamente en alguna revista científica de talla internacional, lo cual traía dos beneficios inmediatos: el primero, la entrada inmediata de los nuevos Doctores en Ciencias en el ámbito científico internacional, la segunda, el reconocimiento de la Universidad Nacional como formadora de científicos.

Las modificaciones que dio la Comisión Dictaminadora del Proyecto de la Facultad de Ciencias, no alteraron sustancialmente ninguno de los puntos referentes al Doctorado. Esta fase del proyecto muestra claramente la intención que se tenía de formar investigadores científicos que pudieran comenzar a edificar institucionalmente este aspecto de las labores académicas hasta ese momento inexistentes en México.

Además de los requisitos que debía cumplir en general cualquier aspirante a los grados de Maestro o Doctor en Ciencias, el proyecto presenta los planes de estudio detallados de cada una de las Maestrías de los Departamentos que compondrían la Facultad de Ciencias<sup>20</sup>. Los planes a los que hará referencia para su análisis son: Maestría en Ciencias Matemáticas, Física y Astronomía, respectivamente, Profesor de Matemáticas en escuelas secundarias y normales y Profesor de Matemáticas para escuelas preparatorias.

Comenzaré por analizar el plan de estudios de la Maestría en Ciencias Matemáticas. En el programa que cité con anterioridad se incluía la materia de

Química, que en este plan de estudios ya no se incluye, a cambio se agrega Laboratorio de física en el primer año, en la materia de Física se suprimen los temas de Fluidos y Termodinámica y, por último, se agrega la materia de Geometría Descriptiva, esto en lo referente al primer año.

En el segundo año, los cambios son menos, en los aspectos de Física que se van a estudiar, se suprime Magnetismo y en su lugar se estudiará Óptica; además se suprime la materia de Mecánica. Al parecer se comenzó a considerar que los Matemáticos no tenían que aprender demasiado de Física, se hizo una depuración entre los temas de esta disciplina, el que se haya cambiado en el programa Óptica por Magnetismo marca la tendencia a inclinarse por lo "nuevo". El caso de la Mecánica es diferente, sólo se suprime, durante muchos años, en todo el mundo, esta materia se consideró como parte de las matemáticas, para finales de los treinta ya era considerada como parte de la física, por lo tanto, es natural su supresión.

En el tercer año sólo se hace una modificación se cambia la materia de Álgebra Moderna por Álgebra Superior. Y, para finalizar, en el cuarto año sólo se agrega dentro de las materias optativas Álgebra Moderna, que había sido suprimida como obligatoria en el tercer año.

El primer programa presentado servirá de base para todos los que se formulen posteriormente en la Facultad de Ciencias para el área de Matemáticas, ya que un plan de estudios es, en general, el precedente con algunas modificaciones y siguiendo la cadena se puede llegar de uno a otro; en esto radica la importancia de los programas que se han analizado hasta este momento.

El próximo plan de estudios que analizaré es el de la Maestría en Ciencias Físicas.

Se puede observar que entre los programas de las Maestrías en Ciencias tanto en Física como en Matemáticas, hay una gran similitud, de hecho el primer año es tronco común, en el segundo año sólo hay una materia diferente y en el tercero ya está considerado tomar el camino de la especialidad, sin dejar de interrelacionarse.

Otro plan de estudios del proyecto de la Facultad de Ciencias de 1938 que está relacionado con las disciplinas aquí estudiadas es el de la Maestría en Astronomía.

Nuevamente, el plan de estudios de esta Maestría está planteado con un primer año de tronco común con las Maestrías en Ciencias Físicas y Matemáticas, sólo que a diferencia de los anteriores, su definición hacia la especialización empieza en el segundo año; sin perder de vista siempre un grupo de materias que mantendrán la relación entre estas carreras científicas. La comisión dictaminadora del proyecto de la Facultad de Ciencias sugirió una modificación en el tercer año de esta Maestría, la cual consiste en cambiar la materia de Laboratorio de Medidas Físicas por Astronomía Física y Prácticas Astronómicas.

La Comisión Dictaminadora, además de las modificaciones propuestas a los planes de estudio que se presentaban en el Proyecto de la Facultad de Ciencias, propuso que dicha Facultad otorgara el título de Profesor de

**Matemáticas para Escuelas Preparatorias, a esta carrera se podía ingresar al concluir el Bachillerato<sup>21</sup>.**

La única, pero importante, diferencia esencial que existía entre los programas para ser Profesor de Secundaria o Normal y para ser Profesor de Preparatoria es que, este último incluiría entre las materias las Ecuaciones Diferenciales y el Cálculo Práctico, mientras que el Profesor de Secundaria tendría que ponerse al corriente en los conocimientos no adquiridos en el Bachillerato.

Las tesis que tenían que presentar y sustentar los alumnos de las carreras de Profesor de Matemáticas en sus dos niveles, correspondían a temas relacionados con la enseñanza de la materia que impartirían en el nivel correspondiente.

Así llegamos al año de 1939, el año de la consolidación en el aspecto educativo para las Ciencias Físicas y Matemáticas en México. En 1939, la Facultad de Ciencias dejó de ser un proyecto y se convirtió en una realidad, que hasta nuestros días ha subsistido.

El 19 de enero de 1939, en la Sesión respectiva del Consejo Universitario quedó aprobado de manera oficial el plan de estudios para la Facultad de Ciencias, con las modificaciones antes mencionadas. Ese es el año en que la Facultad de Ciencias comienza a funcionar como tal, con las Maestría en Ciencias Físicas, Maestría en Ciencias Matemáticas y Doctorados respectivos, debo aclarar que la Maestría en Ciencias correspondiente a Astronomía no comenzó a funcionar en 1939 por falta de alumnos, realmente nunca funcionó.

La fecha oficial de inicio de labores de la Facultad fue el 1º de enero de 1939, su primer Director el Ing. Ricardo Monges López, no hay que olvidar que la infraestructura ya existía en parte, ya se tenían algunos cursos, ya se contaba con un plan de estudios anterior al del Proyecto de la Facultad de Ciencias, había profesores y alumnos.

Los Jefes de los Departamentos de las áreas que conciernen a esta tesis fueron los siguientes:

Departamento de Matemáticas, Prof Alfonso Nápoles Gándara

Departamento de Física, Dr. en C. Alfredo Baños Jr.

Departamento de Astronomía Ing. Joaquín Gallo.

En el año de 1939 la Facultad de Ciencias contó con 111 alumnos, de los cuales sólo 32 eran de primer ingreso; el total de alumnos se encontraba dividido por carreras de la siguiente manera: Maestría en Ciencias Matemáticas 15 hombres y 7 mujeres, Profesor de Matemáticas en Escuelas Preparatorias y Secundarias 12 mujeres, Maestría en Ciencias Físicas 5 hombres, Maestría en Ciencias Biológicas 13 hombres y 34 mujeres, Geólogo 9 hombres, Maestría en Ciencias Geográficas 1 hombre y 15 mujeres. Ese año la población total de la Universidad fue de 16, 076 alumnos, de los cuales los correspondientes a la Facultad de Ciencias constituían 0.76%. Un dato curioso es la forma en que se encontraban distribuidos los alumnos de la Facultad de Ciencias por edades había 16 entre 16 y 20 años, 59 entre 21 y 25, 17 entre 26 y 30, 10 mayores de 30 años y 9 sin edad determinada.

En el año de 1939 se expidieron 4 títulos profesionales, de los cuales ninguno correspondió a alguna carrera del área de Física o Matemáticas.

En el año de su fundación la Facultad de Ciencias contaba con 59 profesores, por supuesto, no todos ellos pertenecían al área de Física o Matemáticas. Haré mención de algunos profesores a quienes correspondió ser miembros fundadores de la Facultad, quienes fueron los siguientes:

<b>Prof. Alfonso Nápoles Gándara</b>	quien impartía Teoría de las Funciones Analíticas Ecuaciones Diferenciales Introducción al Análisis Matemático
<b>Prof. Alberto Barajas Celis</b>	Complementos de Geom. y Trigonom.
<b>Ing. Nabor Carrillo</b>	Complementos de Algebra Elasticidad
<b>Prof. Carlos Graef Fernández</b>	(Aparece en la planta de profesores que en ese momento se encuentra becado en el MIT)
<b>Prof. Antonio Romero Juárez</b>	Física 1er. curso (Mecánica y Calor)
<b>Prof. Agustín Anfossi</b>	Historia de las Matemáticas
<b>Dr. Alfredo Baños</b>	Física Teórica Introducción a la Física Atómica
<b>Ing. Valentín Gama</b>	Historia de la Física
<b>Ing. Mariano Hernández</b>	Cálculo de Probabilidades
<b>Prof. Jorge Quijano</b>	Álgebra Superior
<b>Prof. Antonio Suárez</b>	Teoría de las Funciones Analíticas
<b>Ing. Joaquín Gallo</b>	Cosmografía Meteorología Climatología
<b>Ing. Ricardo Toscano</b>	Elementos de Geodesia

Entre los alumnos fundadores de la Facultad de Ciencias se encontraba Roberto Vázquez quien recibió una beca otorgada por la Universidad Nacional y la Fundación Rockefeller para realizar el Doctorado en la Universidad de Princeton, sus estudios de Maestría en Ciencias Matemáticas los concluyó en 1941,

continuando después con los estudios correspondientes para obtener el siguiente grado.

Los egresos de la Facultad de Ciencias en el año de su fundación fueron de \$66,556.48 y el costo promedio por alumno fue de \$599.61, el cual seguía siendo alto pero había disminuido poco más de \$100 que el año anterior cuando era la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas.

En 1940 en un documento que publicó la Facultad de Ciencias sobre el Reglamento y los Planes de estudios para ese año, se habla de los fines que debiera tener la Facultad de Ciencias, en el planteamiento de éstos se vislumbra que los miembros de la Facultad tienen las ideas más claras de cómo debe ser la ciencia en México y qué esperan de ella, estos fines fueron presentados de la siguiente manera:

- Preparar a los investigadores científicos.
- Preparar a los profesores universitarios.
- Difundir la alta cultura científica.
- Coordinar la investigación llevada a cabo en los Institutos de Investigación Científica.<sup>22</sup>

En este año sólo se incrementó el número de alumnos en 5, en total hubo 116, con egresos durante el año de \$74,952.13 y costo por alumno de \$646.14, éste último dato aumentó casi \$50 por alumno, lo cual para la época era considerable. De los 116 alumnos inscritos en la Facultad de Ciencias 55 eran hombres y 61 mujeres, la UNAM para entonces tenía un total de 17,090 alumnos, de la población total de la UNAM, la población de la Facultad de Ciencias era un 0.74% Las edades de los alumnos estaban distribuidas de la siguiente manera: 25 alumnos entre 16 y 20 años, 58 entre 21 y 25, 18 entre 26 y 30, 13 mayores de 30 años y 2 sin edad declarada.

Las carreras que respectivamente estudiaban los 116 alumnos de la Facultad de Ciencias eran las siguientes: 22 estudiaban la Maestría en Ciencias Matemáticas, 5 la carrera de Profesor en Matemáticas Escuelas Secundarias y Preparatorias, 5 la Maestría en Ciencias Físicas, 39 la Maestría en Ciencias Biológicas, 4 el Doctorado en Ciencias Biológicas, 4 la Maestría en Ciencias (Geología), 12 la Maestría en Ciencias (Geografía), 25 alumnos especiales, los cuales eran aquellos que deseaban inscribirse a cualquier materia de alguna de las carreras que se impartían en la Facultad y que no pretendían recibir un título por cursar dicha materia, en este caso se encontraban algunos ingenieros que querían aprender más matemáticas o física de la que se les había enseñado en la Escuela de Ingenieros.

Este año se expidieron 5 títulos profesionales en la Facultad de los cuales sólo uno correspondió a la Maestría en Ciencias Matemáticas; pero en los archivos de Rectoría no se menciona el nombre de quien lo obtuvo.

1941 fue un año de decrecimiento de alumnos y de disminución de presupuesto, el total de alumnos inscritos en este año fue de 108, los egresos durante ese año fueron de \$84,998.61, dando un costo por alumno de \$787.08. El total de la población de la Facultad de Ciencias se encontraba distribuida de la siguiente manera: 58 hombres y 50 mujeres. El total de alumnos inscritos en ese

año en la Universidad fue de 18,420, de los cuales los de la Facultad de Ciencias constituían un 0.58%

En cuanto a sus edades los alumnos se encontraban divididos de la siguiente manera: 33 tenían entre 16 y 20 años, 43 entre 21 y 25, 44 entre 26 y 30 y 8 mayores de 30 años. Puede apreciarse que aumentó el número de alumnos jóvenes con respecto a los años anteriores.

Con respecto a las carreras que estudiaban la distribución era la siguiente: 5 estudiaban para Profesores de Matemáticas para Escuelas Secundarias y Preparatorias, de los cuales 4 eran mujeres y 1 hombre; 21 estaban inscritos en la Maestría en Ciencias Matemáticas, de los cuales 14 eran hombres y 7 mujeres; 3 estudiaban la Maestría en Ciencias Físicas, todos ellos hombres; 39 estaban inscritos en la Maestría en Ciencias Biológicas, de los cuales 8 eran hombres y 31 mujeres; 14 eran quienes estudiaban la Maestría en Ciencias (Geología), todos ellos hombres; 8 estaban inscritos en la Maestría en Ciencias Geográficas, 2 hombres y 6 mujeres; 4 eran alumnos especiales, 3 hombres y 1 mujer y, por último, 14 estudiaban materias aisladas, 13 hombres y 1 mujer. Con respecto a este último dato es importante aclarar que además de la función de la Facultad de Ciencias de otorgar títulos profesionales, también la Facultad tenía por objetivo la divulgación de la ciencia, por lo cual admitía que cualquier universitario interesado en algún tema específico pudiera asistir a las clases impartidas en la Facultad para aprender sobre el tema de su interés.

Este año fueron otorgados 7 títulos profesionales, de los cuales 3 correspondieron a Maestros en Ciencias Matemáticas.

A principios de 1941 se implementaron unos cursos adicionales, los cursos de invierno, aprovechando el periodo de vacaciones, estos cursos eran de poca duración pero presentaban gran cantidad de material, eran abiertos a cualquier persona que quisiera conocer sobre determinado tema, en el área de física y matemáticas se dieron dos cursos uno de física y otro de matemáticas, estos fueron: Temas Selectos de Física Atómica por el Dr. en C Alfredo Baños Jr., que tuvo una concurrencia de 39 alumnos y Temas Selectos de Matemáticas sobre Geometría Cinemática, Análisis Vectorial y Números de Bernoulli por el Dr en C Alfonso Nápoles Gándara, que contó con 22 alumnos.

Para el curso de Temas Selectos de Física el Dr. Baños hizo su propio texto, los temas tratados en dicho curso fueron los siguientes:

1. Resumen de algunas propiedades conocidas del átomo y del núcleo atómico.
2. Leyes generales de la desintegración radioactiva.
3. Teoría de la estructura nuclear.
4. La naturaleza de los procesos nucleares.
5. La transmutación de los elementos.

En ese año se comenzaron los preparativos para los cursos de invierno del siguiente año, que serían impartidos en enero de 1942, los cursos programados fueron los siguientes:

- Lógica Matemática por el Dr en C Carlos Graef Fernández.
- Temas Selectos de Física Nuclear por el Dr en C Alfredo Baños Jr.
- Temas Selectos de Astronomía, el Sistema Solar por el Dr en C Joaquín Gallo.
- Curso Panorámico de Astronomía Estelar por el Prof. Luis Enrique Erro.
- Temas Selectos de Astrofísica por el Dr en C Enrique Gaviola.

La planta de profesores durante este año no sufrió modificaciones con respecto a los años anteriores.

El 21 de febrero de 1941 la Facultad de Ciencias en conjunto con la Academia de Ciencias Antonio Alzate organizó la conferencia que sustentó el Dr. en Ciencias Arthur H. Compton, Decano de la Facultad de Ciencias y Director del Ryerson Physical Laboratory de la Universidad de Chicago y Premio Nobel en Física. La conferencia del Dr. Compton tuvo lugar aprovechando la visita que hizo a México para ir a las Instalaciones del Observatorio Astronómico Nacional en Teoloyucán, en las cuales se encontraba una cámara de ionización de la Institución Carnegie de Washington, la cual vino a intercalibrar. Ya anteriormente se había citado algún hecho similar, era de gran importancia para la nueva Facultad tener contacto con los más grandes avances científicos que había en el extranjero, esta era una de las formas en que la Facultad de Ciencias podría ser una Facultad a la altura de las mejores del mundo, hecho que en los inicios de esta institución se consideró uno de los objetivos prioritarios.

Además del evento antes mencionado, en el mes de agosto la Facultad en conjunto con la Academia de Ciencias Antonio Alzate organizaron las siguientes conferencias:

La Materia en el Espacio Interestelar y la Estructura de la Galaxia impartida por el Dr C Bart J. Bok Jefe de la Oficina de Análisis Galáctico del Observatorio Astronómico de la Universidad de Harvard y Observaciones de Rayos Cósmicos con Globos sonda por Dr C Robert A. Millikan, Director del Norman Bridge Laboratory del Instituto Tecnológico de California.

En ese año se llevó a cabo una reorganización de los estudios de la Facultad de Ciencias, hecho que se hizo "...con el objeto de dedicarla exclusivamente a la preparación del profesorado universitario en las ciencias físicas, es decir, matemáticas, físicas y biológicas y a la preparación de los investigadores en las ciencias naturales"<sup>23</sup>

La reorganización de este año se presentó en cuatro partes: la organización de la Facultad de Ciencias en base a dos ciclos de estudios el Profesional y el de Altos Estudios, en el primero se otorgaban Maestrías en Matemáticas, Física y Biología, mientras que en el segundo se concedía el grado de Doctor en las siguientes especialidades: Matemáticas, Física, Biología, Astronomía, Astrofísica, Geología, Geofísica, Química.

La siguiente parte estaba dedicada al reglamento general de la Facultad, la tercera parte de los cursos que en esta Facultad se impartirían y la cuarta a los planes de estudio.

Dentro de la nueva organización de la Facultad de Ciencias se crearon dos nuevas carreras la de Astrofísico y la de Geofísico, para las cuales se otorgaba el grado de Doctor, éstas fueron aprobadas por el Consejo Universitario.

En el reglamento de la Facultad de Ciencias que se elaboró y aprobó en 1941, se aceptó que los alumnos que hubieran terminado el tercer año en la ENI de las siguientes carreras: Ingeniero Civil, Ingeniero Mecánico Electricista, Ingeniero Municipal, Ingeniero Petrolero e Ingeniero de Minas pudieran ingresar al tercer año de las Maestrías en Ciencias Físicas y Matemáticas, considerándose completamente cubiertos los dos primeros años de las Maestrías respectivas.

También se podían inscribir al tercer año de las Maestrías en Física o Matemáticas los alumnos que hubieran terminado cualquier carrera de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica o de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, lo mismo que los egresados del Colegio Militar de las carreras de Ingeniero Industrial e Ingeniero Constructor.

En el año de 1941 se comenzaron a hacer las gestiones para que la Facultad de Ciencias tuviera un edificio propio, para lo cual se proyectaba su construcción y se trabajaba en la adquisición de un crédito hipotecario. En este año se presentó el anteproyecto para el edificio de la Facultad de Ciencias, que tendría un importe de \$96,186.00.

En un documento dirigido al Rector, ese mismo año, que no tiene firma, pero que muy probablemente haya sido escrito por el Ing. Monges López, en referencia al edificio de la Facultad de Ciencias se dice lo siguiente:

"La Facultad de Ciencias que tiene ya varios años de existencia, se reorganizó a principios del año de 1939. Desde esa fecha hemos estado haciendo esfuerzos para proporcionarle un local propio, pues en la actualidad trabaja en el edificio de la Escuela Nacional de Ingeniería y en los varios institutos dependientes de esta propia Universidad; por este motivo existe una gran desarticulación en las actividades de la Facultad de Ciencias y como tenemos ya organizados los cursos y los Institutos de Investigación dependientes de la propia Facultad, se necesita con urgencia un lugar propio para la misma."<sup>24</sup>

"Por todas estas razones nuestra Casa de Estudios piensa que es preferible la construcción de un edificio propio. Contamos con un terreno situado en la Calle de la Academia 32, cuya superficie es de 10,095m<sup>2</sup>. En la actualidad sólo existen ahí unas bodegas casi inservibles y estimamos que dada la situación de ese terreno, el lugar sería indicado para la construcción del edificio que se proyecta."<sup>25</sup>

La bodega de la Calle de Academia, al parecer, se utilizaba para guardar cosas del Comedor Universitario y albergaba algunos talleres.

Los pasos que se sugieren para la edificación de la Facultad de Ciencias en la Calle de Academia son los siguientes:

- 1º Pedir a los encargados del Comedor Universitario que desalojen el local.
- 2º Cambiar los talleres que se encuentren en el local a un edificio especial.
- 3º Demoler
- 4º Crear una Comisión que esté integrada por: Ricardo Monges López, Director de la Facultad de Ciencias, Alfredo Baños, Director del Instituto de

**Física, como Arquitecto Mauricio Campos y como Representante de la Universidad Alfonso Noriega.  
5º Dirigir las obras.**

Finalmente no procedió la construcción del edificio de la Facultad de Ciencias y ésta continuó por algunos años más compartiendo instalaciones con la Escuela Nacional de Ingenieros. En los archivos de la Rectoría, que son los que mencionan el tema, no se dice porqué no se construyó el edificio para la Facultad.

1942 fue un año en que la Rectoría se preocupó por las condiciones de los profesores universitarios, de hecho el Rector Brito Foucher en una carta dirigida a una comisión que nombró para el estudio de las condiciones de los profesores, que estaba integrada por D. Manuel Sandoval Vallarta, D. Alfonso Caso y Francisco José Alvarez les dice:

"Es indispensable estimular al profesorado profesional, garantizándole honorarios que les permitan vivir en forma decorosa y dedicarse a la redacción de libros de texto o, de obras científicas o a la realización de investigaciones." <sup>26</sup>

Este año la Facultad de Ciencias redujo el número de alumnos inscritos, contó con 94 alumnos de los cuales 47 eran hombres y 47 mujeres, no se especifica, como en otros años, la distribución de los alumnos por carreras. El total de alumnos de la Universidad durante este año fueron 19,033, de los cuales la población de la Facultad constituyó un 0.49%

Durante este año se expidieron 9 títulos profesionales de los cuales sólo 1 correspondió al área de físico-matemáticas y fue para la Maestría en Ciencias Matemáticas, pero no se menciona quién fue el que lo recibió.

El crecimiento de la Facultad hizo que la organización por Departamentos fuera más notoria, incluso en los informes que se mandaban a Rectoría se establecía dicha estructura, lo cual antes no ocurría, los profesores estaban organizados en Departamentos, cada uno de los profesores aquí mencionados percibía \$108.00 mensuales por cada una de las materias que impartía, todos los cursos eran de 3 horas semanales para dar una idea de los sueldos administrativos diré que el Director de la Facultad tenía un salario mensual de \$400.00

El Departamento de Matemáticas contó ese año con los siguientes profesores:

**M en C Agustín Anfossi Anfossi**

Historia de las Matemáticas

**Prof. Carlos Graef Fernández**

Complementos de Geom. y Trig.

Teoría de los Grupos

**Prof. Alberto Barajas Celis**

Comp. de Geom. y Trig.(Interino)

Algebra Moderna (Interino)

**Prof. Antonio Suárez**

Algebra Moderna

**Ing. Bruno Mascanzoni**

**Int. al Análisis Matemático**

**M en C Alfonso Nápoles Gándara**

**Análisis Vectorial**

**Teoría de las Funciones Analíticas**

**Geometría Diferencial**

**Int. al Análisis Matemático**

**M en C Jorge Quijano Lozada**

**Geometría Analítica (Sec. Con.)**

**Algebra Superior.**

**Por su parte el Departamento de Física contaba con la siguiente planta de profesores:**

**M en C Alfredo Baños Jr.**

**Teoría de los Circuitos Eléctricos**

**Int. a la Física Teórica**

**Termodinámica y Teoría Cinética**

**M en C Blas Cabrera**

**Historia de la Física**

**Física Atómica**

**M en C Pedro Carrasco G.**

**Optica Geométrica y Lab.**

**M en C Carlos Graef Fernández**

**Int. a la Física Teórica**

**Teoría de la Relatividad**

**Prof. Manuel L. Perrusquía**

**Electrónica y Lab.**

**Prof. Antonio Romero Juárez**

**Física 1º (Mecánica y Calor)**

**Física 2º (Electricidad y Optica)**

**Respecto a las listas de profesores que acabo de presentar quiero hacer dos observaciones: el único profesor que pertenece a los dos departamentos es Carlos Graef, pero en una de la lista del Departamento de Física tiene el grado de Maestro en Ciencias, no así en la del Departamento de Matemáticas que sólo aparece como Profesor y anteriormente considerándolo para los cursos de invierno el grado que tiene es el de Doctor, desconozco la razón de esta confusión, estas listas son oficiales y se encuentran en los archivos de la Rectoría.**

**El otro punto que quiero hacer notar es que uno de los profesores del Departamento de Física el M en C Blas Cabrera fue investigador extranjero, su**

estancia en México estuvo ligada al Instituto de Física, esto lo profundizaré en la subsección referente a los Institutos de Investigación.

Después de las listas de profesores se encuentran los nombres de los alumnos que en ese momento tenían becas otorgadas por la Universidad, no se especifica cuáles son los estudios que están realizando, pero si el monto de sus becas, los becarios de la Facultad para 1942 fueron:

M en C Roberto Vázquez con \$330.00 mensuales.

Ing. Nabor Carrillo Flores con \$196.00 mensuales.

Sr. Enrique Bustamante Liaca con \$246.00 mensuales.

En el año siguiente, 1943, el número de alumnos de la Facultad de Ciencias se volvió a incrementar, ese año contó con 138 alumnos, 71 hombres y 67 mujeres. El total de alumnos que tuvo la Universidad durante este año fue de 22,230, de los cuales la Facultad tenía un 0.62%

Con respecto a títulos expedidos por la Facultad de Ciencias en el transcurso de este año se otorgaron dos en el área de Matemáticas: el de Profr. de Matemáticas a la Srita. Ma. del Carmen Albuquerque y el de Maestra en Ciencias Matemáticas a la Srita. Enriqueta González Baz.

Este año se creó un nuevo cargo en la Facultad de Ciencias el de Secretario, para ocuparlo el Ing. Monges López propuso al Dr. Manuel Ruíz Oronoz a la H. Academia de Profesores y Alumnos para 1943-1944, y su nombramiento fue aprobado por unanimidad y posteriormente ratificada por el Rector.

Los cursos correspondientes al Departamento de Matemáticas que se impartieron durante este año fueron:

M en C Agustín Anfossi Anfossi

Historia de las Matemáticas

Ing. Javier Barros Sierra

Geometría Anal. y Cálculo Dif. e Int.

Prof. Carlos Graef Fernández

Teoría de los Grupos

Análisis en Grande

Prof. Alberto Barajas Celis

Comp. de Geom. y Trig.

Álgebra Moderna

Ing. Mariano Hernández Barnechea

Cálculo de Probabilidades

M en C Nabor Carrillo Flores

Complementos de Álgebra

Ing. Bruno Mascanzoni

Int. al Análisis Matemático I

M en C Alfonso Nápoles Gándara

Análisis Vectorial

Geometría Diferencial

Int. al Análisis Matemático II

Cálculo Diferencial Absoluto

Por el Departamento de Física los cursos con sus respectivos profesores fueron los siguientes:

M en C Blas Cabrera

Historia de la Física  
Física Atómica

M en C Pedro Carrasco G.

Optica y Espectroscopía

M en C Carlos Graef Fernández

Termodinámica y Teoría Cinética  
Métodos Mat. de la Física Teórica  
Teoría de la Relatividad

M en C Nabor Carrillo Flores

Princ. de Elasticidad y Plasticidad

Prof. Manuel L. Perrusquía

Electrónica y Lab.

Prof. Antonio Romero Juárez

Int. a la Física Teórica II  
\*Física 1º (Mecánica y Calor)

Dr. Manuel Sandoval Vallarta

Int. a la Física Teórica I

Prof. Héctor Uribe Martínez

Teoría de los Circuitos Eléctricos  
\*Física 2º (Electricidad y Optica)

Casi a todos los profesores se les pagaba \$108.00 por materia impartida 3 horas a la semana, salvo a los que daban Física 1º y 2º que además tenía 2 horas de laboratorio a la semana, a estos profesores en total se les pagaban \$120.00 por estas materias.

Hubo cambios interesantes en la planta de profesores de la Facultad de Ciencias de 1942 a 1943 como la integración del Ing. Javier Barros Sierra, quien había estado becado para hacer estudios en el extranjero el año anterior o la integración del M en C Nabor Carrillo; pero sin duda el profesor que ingresó este año que tuvo mayor importancia para la Facultad fue el Dr. Sandoval Vallarta, quien hasta ese momento había trabajado en el MIT, ya se mencionó anteriormente que había hecho varias visitas a México y había estado involucrado en el desarrollo académico de las matemáticas y física en nuestro país, pero su permanencia para 1943 fue una gran contribución para el desarrollo de la ciencia mexicana por su prestigio internacional y su experiencia como investigador. De hecho el año de su llegada se le dio un cargo importante: el de Vocal Ejecutivo de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, organismo que tuvo, entre otras actividades, la de ayudar a impulsar a las instituciones educativas para la formación de científicos.

A la Comisión antes referida también perteneció el Director de la Facultad de Ciencias el Ing. Ricardo Monges López con el cargo de Vocal de Ciencias Aplicadas.

Este año se siguieron otorgando becas por parte de la Facultad, no se dio ninguna nueva y se continuaron las del M en C Roberto Vázquez y del Sr. Enrique Bustamante con los montos idénticos al año anterior.

Durante enero y febrero de 1943 los cursos de invierno de la Facultad vivieron su tercer ciclo, en los archivos se puede apreciar que en ese año hubo una mayor organización de estos cursos, se habla de la finalidad que ellos tienen y hasta se presenta un reglamento para los mismos, en lo referente a su finalidad se dice:

"...con el objeto de dar oportunidad a los profesores e investigadores de toda la República y especialmente a los de la Capital de aprovechar esta época de vacaciones para concurrir a los cursos breves sobre Matemáticas, Física y Química, sustentados por los más destacados catedráticos de esta Facultad y, en este año, por algunos renombrados hombres de ciencia que han sido invitados especialmente para impartir cursos monográficos en la materia de su especialidad. La finalidad principal de estos cursos, desde su iniciación ha sido la de ampliar la cultura científica de los profesores de Matemáticas, de Física y de Química, particularmente de aquellos que están dedicados a estas enseñanzas en las Escuelas Secundarias y Preparatorias, habiéndose escogido para formar los programas algunos de los temas en los que el progreso científico ha sido más notable...llevan el propósito de ampliar la cultura científica en general de todos los profesores, investigadores y hombres de ciencia que se interesen por ellos, así como dar al mismo tiempo un bosquejo general del panorama científico en México." <sup>27</sup>

En cuanto al reglamento de los cursos de invierno es muy simple y lo escribo a continuación:

- 1º Puede inscribirse cualquier persona.
- 2º Las solicitudes se deben presentar en la Facultad de Ciencias, Tacuba 5 del 1º de enero de 1943 al 16 de enero hasta las 14 horas.
- 3º Por cada curso la inscripción será de \$10.00
- 4º Para cada curso se dará certificado por el Director de la Facultad de Ciencias a quien tenga 80% de asistencias y se pasará lista.

Este ciclo de cursos tuvo lugar del 8 de enero al 12 de febrero. Los cursos de invierno que se impartieron en esta ocasión fueron:

- La Estadística Matemática y sus aplicaciones por el Dr. Paul R. Rider.
- Geometría Diferencial por el Dr. Alfonso Nápoles Gándara.
- Los grandes problemas de la Física y las grandes crisis del saber en la evolución de esta ciencia por el Dr. Blas Cabrera.
- Los principios fundamentales de la Teoría Electromagnética clásica por el Dr. Alfredo Baños Jr.

Cada uno de los profesores que impartieron estos cursos presentó un programa detallado sobre la materia de la cual hablaría, lo cual presento a continuación:

**Estadística Matemática y sus Aplicaciones**, Prof. Paul R. Rider, Catedrático del Departamento de Matemáticas de la Universidad de Washington

en Saint Louis, Missouri, E.U.A. El curso constaría de 10 conferencias y tendría horario de Miércoles y Viernes de 19 a 20 hrs., este curso comenzaría el 13 de marzo y tendría lugar en el aula Sotero Prieto del Palacio de Minería. En cuanto a la presentación de la materia el Dr. Rider comenta:

"...un resumen completo de los principios fundamentales de la estadística matemática, no entrando, sin embargo, en detalles puramente matemáticos, y poniendo especial énfasis en las aplicaciones de estos métodos a la biología, a la economía, a la física, a la ingeniería, a la industria, etc." <sup>28</sup>

Con respecto al contenido, éste fue el siguiente:

Distribuciones de frecuencias. Promedios. Momento. Regresión. Correlación. La Probabilidad y la distribución binómica. La distribución normal. La distribución de Poisson. Muestreo y pruebas de significancia. La distribución de los promedios aritméticos. La distribución de Student. La distribución de <ji cuadrada>. Las distribuciones de Fisher. El Análisis de la dispersión.

**Geometría Diferencial** Prof. Alfonso Nápoles Gándara, Catedrático de la Facultad de Ciencias, titular de la materia, Jefe del Departamento de Matemáticas y Director del Instituto de Matemáticas, este curso tendría un horario de Miércoles y Viernes de 18 a 19 hrs. y se impartiría en el Aula Sotero Prieto del Palacio de Minería, en cuanto a la presentación de la materia se dice:

"...ofrece en forma elegante y suscita a los profesores de matemáticas en 10 conferencias el contenido esencial de la geometría diferencial."<sup>29</sup>

Su contenido sería: Las curvas alabeadas. Curvaturas y torsión. Fórmulas de Serret-Frenet. Formas diferenciales fundamentales de una superficie. Coordenadas curvilíneas. Teorema de Meusnier. Indicatriz de Dupin. Teorema de Euler. Símbolos de Christoffel. Curvatura total y curvatura media. Líneas de una superficie (de curvatura, conjugadas, asintóticas y geodésicas). Fórmulas de Mainardi y de Codazzi. Representación de una superficie en otra superficie.

**Los grandes problemas de la física y las grandes crisis del saber en la evolución de esta ciencia.** Prof. Blas Cabrera "eminente sabio español de reconocida reputación internacional, que desde 1925 fue Director del Instituto Nacional de Física y Química de Madrid y que actualmente se encuentra entre nosotros como Investigador de Planta del Instituto de Física y como catedrático de Física Superior en la Facultad de Ciencias...presenta la evolución del saber humano, desde el punto de vista de la Física, en relación con el pensamiento filosófico de cada época." <sup>30</sup>

Este curso sería también de conferencias con horario de Martes y Jueves de 17:30 a 18:30 hrs, y se impartiría en el Aula Sotero Prieto del Palacio de Minería, respecto al contenido del curso se presentan los siguientes temas:

1. Panorama de la Física hasta la constitución de la Mecánica Newtoniana.
2. Evolución de la Física Newtoniana hasta la crisis relativista.
3. La Teoría de la Relatividad especial.
4. La Teoría de la Relatividad general.

5. Materia, éter, atomismo y continuidad.
6. Determinismo y principio de indeterminación.
7. Los métodos estadísticos en la física clásica y en la teoría cuántica.
8. La evolución del pensamiento en relación con la luz.
9. Las ideas cosmogónicas de la ciencia actual.
10. La vida en el Universo antes de la ciencia de nuestros días.

**Los principios fundamentales de la teoría electromagnética clásica.**

Prof. Alfredo Baños Jr., Jefe de Departamento y Director del Instituto de Física, este profesor había dado antes los cursos Temas Selectos de Física Atómica y Temas Selectos de Física Nuclear, en este caso el curso podría llamarse Temas Selectos de Electricidad y Magnetismo, este curso constaría de 10 conferencias, al igual que los otros, su horario sería Martes y Jueves de 19 a 20:15 hrs. en el Aula Sotero Prieto, el programa que el Dr. Baños presentó para este curso es muy extenso y lo escribo a continuación:

1. *Unidades y dimensiones.* Dimensiones físicas. Aplicaciones de la teoría de las dimensiones. Unidades eléctricas. El sistema electrostático de unidades. El sistema electromagnético de unidades. Relación entre los sistemas. El sistema práctico de unidades. El sistema MKS de unidades.

2. *Las características del circuito eléctrico.* El concepto de la resistencia eléctrica. Las leyes de Ohm y de Joule. La resistencia como propiedad intrínseca de los metales. El concepto de la inductancia de un circuito eléctrico. El flujo de inducción magnética. Las leyes de Faraday y de Lenz. Los coeficientes de autoinducción y de inductancia mutua. La energía almacenada en el campo magnético de un circuito. La capacitancia o capacidad electrostática de un condensador. La energía almacenada en el campo electrostático.

3. *El campo magnético de las corrientes continuas.* el vector de inducción magnética  $B$ . Naturaleza selenoidal del vector de inducción magnética. Movimiento de partículas cargadas en campos magnéticos. Las leyes de Ampère y de Biot-Savart. El vector de intensidad magnética  $H$ . La forma circuital de la ley de Ampère.

4. *Las corrientes de desplazamiento y las ondas electromagnéticas.* La ecuación de continuidad para carga y corriente. La corriente de desplazamiento de Maxwell. Ondas electromagnéticas planas en el vacío. El vector de Poyting y la intensidad de las ondas electromagnéticas. Ondas electromagnéticas transmitidas a lo largo de un par de conductores. El campo de radiación electromagnética de un dipolo oscilante.

5. *Las propiedades dieléctricas y magnéticas y la propagación de ondas electromagnéticas a través de un medio continuo.* La constante dieléctrica. El vector de polarización. Relación entre los vectores de intensidad eléctrica, desplazamiento y polarización. Origen electrónico de las propiedades magnéticas. Intensidad de magnetización y corrientes amperianas. Relación entre  $B$ ,  $H$  y  $M$ . Susceptibilidad magnética. Ondas electromagnéticas planas en dieléctricos. Reflexión y refracción de ondas planas. Relaciones de intensidad para incidencia normal.

Particularmente este curso no menciona que se hablará en forma general de sus contenidos, sin embargo, la cantidad de clases que se darán lo hacen obvio.

Otra vez la presencia de investigadores extranjeros muestra el interés que se tenía en la Facultad de Ciencias por estar en el mejor nivel académico posible en comparación con las Universidades del exterior.

La información sobre la Facultad de Ciencias en los archivos de la Rectoría comienza a decrecer en el año de 1944, no se conocen datos como el número de alumnos que tuvo la Facultad en ese año, pero si se menciona quiénes fueron los profesores y cuáles materias impartieron, así pues el Departamento de Matemáticas contó con la siguiente planta docente:

**Alfonso Nápoles Gándara**

Análisis Vectorial  
Int. al Análisis Matemático 2º  
Teoría de las Funciones Analíticas  
Geometría Diferencial

**Nabor Carrillo Flores**

Complementos de Algebra

**Alberto Barajas Celis**

Complementos de Geometría y Trig.  
Algebra Moderna

**Jorge Quijano Lozada**

Geometría Analítica (Sec.Con.y Cuad.)  
Cálculo Práctico  
Algebra Superior  
Geometría Proyectiva

**Carlos Graef Fernández**

Geometría Analítica 1º  
Geometría Superior

**Francisco Zubieta Russi**

Cálculo Dif. e Int. y Ec. Dif 2º  
Fundamentos del Análisis

**Agustín Anfossi**

Historia de las Matemáticas

**Javier Barros Sierra**

Cálculo Dif. e Int. 1º

**Bruno Mascanzoni Fabbri**

Int. al Análisis Matemático 1º

**Mariano Hernández Barnechea**

Cálculo de las Probabilidades

**Roberto Vázquez García**

Ecuaciones Diferenciales  
Teo. de las Func. de Variable Real

Los cursos del Departamento de Matemáticas eran pagados todos a \$108.00 mensuales, los profesores impartían un total de 3 clases a la semana, todos tenían el nombramiento de Profesores de Filosofía y Ciencias de 3 horas semanarias. En el Departamento de Física lo que un profesor cobraba por un curso era variable, dependía de los laboratorios que incrementaban el número de horas a la semana y, también, había diversos nombramientos que hacían que hubiera mayor diversidad de honorarios por curso.

Los cursos del Departamento de Física se dividían en varios tipos, básicamente de acuerdo al número de horas semanales y a los laboratorios que incluía el mismo curso, la lista de profesores del Departamento de Física es la siguiente:

### **PROFESORES DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE 3 HORAS SEMANARIAS**

<b>Antonio Romero Juárez</b>	<b>Int. a la Física Teórica 1°</b>
<b>Manuel L. Perrusquía</b>	<b>Laboratorio de Física 2°</b>
<b>Héctor Uribe Martínez</b>	<b>Teo. de los Circuitos Eléctricos</b>
<b>Blas Cabrera</b>	<b>Historia de la Física Física Atómica Medidas Eléctricas y Laboratorio</b>
<b>Manuel Sandoval Vallarta</b>	
<b>Fernando Alba Andrade (Interino)</b>	<b>Int. a la Física Teórica 2°</b>
<b>Carlos Graef Fernández</b>	<b>Mét. Mat. de la Física Teórica Termodinámica y Teoría Cinética Teoría de la Relatividad</b>
<b>Nabor Carrillo Flores</b>	<b>Princ. de Elasticidad y Plasticidad Sismología Teórica</b>

### **PROFESORES DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE 3 HORAS SEMANARIAS Y 2 DE LABORATORIO**

<b>Manuel L. Perrusquía</b>	<b>Electrónica y Laboratorio</b>
<b>Héctor Uribe Martínez</b>	<b>Física 2°(Electricidad y Optica)</b>
<b>Pedro Carrasco G.</b>	<b>Optica Geom. y Espectroscopía</b>

**PROFESOR DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE 6 HORAS SEMANARIAS**  
Antonio Romero Juárez

Física 1º (Mecánica y Calor)

**PROFESOR DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE LABORATORIO DE 12 HORAS SEMANARIAS**

Manuel L. Perrusquía

Laboratorio de Física 1º y Taller

Marcos Moshinsky

Preparador para Prácticas de Laboratorio de Filosofía y Ciencias de 18 horas semanarias.

El primer grupo de profesores tenía un sueldo de \$108.00 mensuales por cátedra impartida, el segundo de \$120.00 mensuales, el tercero de \$156.00 mensuales y el último era diferente para los dos profesores que pertenecen a él, Manuel L. Perrusquía ganaba \$144.00 mensuales, mientras que Marcos Moshinsky ganaba \$162.00 al mes.

Este año el Departamento de Astronomía si funcionó tuvo sólo dos profesores, pero comparado a los años anteriores esto fue una evolución, los profesores de este Departamento fueron:

Joaquín Gallo

Astronomía General 2º y Lab.

Guido Munch Paniagua

Astronomía General 1º y Lab.

El primero de estos profesores tuvo el nombramiento de Profesor de Filosofía y Ciencias de 3 horas semanarias de cátedra y 2 de laboratorio con un sueldo de \$120.00 mensuales y, el segundo de Profesor de Filosofía y Ciencias de 2 horas semanarias de cátedra y 1 de laboratorio con un sueldo de \$96.00 mensuales.

Se puede observar que 1944 fue un año en que la Facultad de Ciencias creció mucho, aumentó el número de materias que se impartían en ella, lo mismo que el número de profesores, el Departamento de Astronomía funcionó por primera vez, todo esto es muestra de que las ciencias iban adquiriendo importancia dentro de la Universidad.

Además de toda la planta docente que he mencionado hasta el momento, se encontraban en la parte administrativa el Director que seguía siendo el Ing. Ricardo Monges López y el Secretario que continuó en su puesto, Manuel Ruiz Oronoz, con sueldos mensuales de \$400.00 y \$300.00 respectivamente.

Dentro de la lista del personal de la Facultad de Ciencias se encuentra también un becario Enrique Bustamante Liaca con un monto de beca de \$246.00 mensuales y, además, se encuentra una beca abierta de \$330.00 que no tuvo beneficiario durante ese año.

Este año a causa de la nueva ley y estatuto el nombramiento de los Directores de Facultades y Escuelas se hará a través de la Junta de Gobierno, quien elegirá uno de los miembros de una terna que le será presentada por la respectiva Facultad o Escuela.

El Consejo Técnico de la Facultad este año está integrado por:

Departamento de Matemáticas

Propietario Dr. Alfonso Nápoles Gándara

Suplente M en C Alberto Barajas Celis

Departamento de Física

Propietario Dr. Carlos Graef Fernández

Suplente M en C Antonio Romeno Juárez

Departamento de Astronomía

Propietario Dr. Joaquín Gallo

Departamento de Geofísica

Propietario Dr. Nabor Carrillo Flores

Este año no se habla de cuáles son las materias que se impartieron ni de sus profesores, sólo se menciona la falta de alumnos en algunas materias, lo cual habla ya de un decrecimiento en la población estudiantil, hubo cursos que incluso hubo que cancelar por falta de alumnos, como son los siguientes: uno de ellos es el de Laboratorio de Física en donde se esperó que se inscribieran alumnos hasta abril sin tener resultados, el Ing. Monges López pidió autorización a la Rectoría para cancelarlo por ese año, los otros cursos a los que se hace referencia son los impartidos por el Dr. Sandoval Vallarta, el primero de ellos Cálculo de Variaciones en el que se inscribió un sólo alumno y el otro Teoría Electromagnética en el que no se inscribió nadie, ambos cursos finalmente se cancelaron.

El último año de la Facultad de Ciencias al que me referiré es el de 1946, ya que en ese es el último año en que el Ing. Monges López funge como su Director, y por lo tanto se concluye la primera etapa de la vida de la Facultad.

1946 fue un año en que la Facultad de Ciencias sufrió varios cambios en su organización, éstos fueron originados por la creación de la Escuela de Graduados para empezar se presentaron dos proyectos para la Escuela de Graduados, el primero la limitaba a los estudios científicos, dividiendo éstos en dos clases, los superiores que corresponderían a la Escuela de Graduados y los profesionales que pertenecería a las Escuelas Profesionales. El segundo proyecto considera que la Escuela de Graduados debe comprender tanto a las Ciencias como a las Humanidades, para lo cual se proponía que la Facultad de Ciencias dividiera sus estudios en dos clases, la Escuela de Ciencias, que a su vez comprendería como dos especialidades diferentes a las Ciencias Biológicas y a las Físicomatemáticas y, por otro lado, los Estudios Superiores de Ciencias y Humanidades, el proyecto que quedó finalmente fue el primero.

La idea de la Escuela de Graduados era dar dos alternativas de estudios científicos y diferenciar entre estudios profesionales y estudios superiores, recuérdese que cuando la Facultad de Ciencias comenzó daba directamente grados de Maestro o Doctor en Ciencias y que el grado de Maestro se obtenía al hacer estudios equivalentes a una licenciatura actual.

Así pues la Facultad de Ciencias quedó dividida en una Escuela Profesional y una Escuela de Graduados, a la primera pertenecían las siguientes especialidades: Matemáticas, Física y Biología; mientras que en la segunda estaban estas áreas: Matemáticas, Física, Química, Biología, Astronomía, Geología, Geofísica, Ingeniería y Medicina.

En cuanto a la admisión de alumnos en la Escuela de Graduados se tenía el siguiente reglamento:

- Para ser alumno se requiere título profesional de la UNAM u otro a juicio del consejo consultivo de las Escuelas.
- Existen dos opciones de inscripción: Profesionista, especializado o candidato a grado.
- Se deberá aprobar un examen de traducción de publicaciones científicas de inglés, alemán o francés.
- Los alumnos de los dos últimos años de las Escuelas Profesionales que hayan cursado su carrera con distinción serán aceptados en la Escuela de Graduados, valiéndose sus estudios en esta Escuela hasta que tengan su título profesional.
- La Escuela de Graduados admitirá alumnos para realizar estudios técnicos, aún si no tienen una carrera profesional y sólo la Preparatoria y se les darán Diplomas técnicos de los Departamentos correspondientes.

Para el gobierno de la Facultad la organización sería la siguiente:

La Escuela de Graduados tendría un Director y un Consejo Técnico formado por:

- 1.- El Director de la Facultad de Ciencias
  - 2.- El Director de la Escuela de Graduados
  - 3.- Los Jefes de la División de la Escuela de Graduados
- Cada División de la Escuela tiene un Consejo Consultivo formado por:
- 1.- El Director de la Escuela de Graduados.
  - 2.- El Director de la División.
  - 3.- El Director de la Escuela Profesional correspondiente.
  - 4.- Los Directores de los Institutos Universitarios afiliados a la División.

El Director de la Escuela de Graduados debía tener Doctorado en la UNAM o el equivalente de una Universidad extranjera.

Con respecto a los Jefes de División de la Escuela de Graduados se dice lo siguiente:

"Cada uno de los Jefes de las Divisiones tendrá facultad de iniciativa en lo que se refiere a nombramiento de profesores, selección de programas, etc., teniendo como cuerpo

consultivo al colegio de profesores de la misma División. Estas iniciativas serán turnadas al Director de la Escuela correspondiente, quien oyendo la opinión de los Institutos universitarios asociados o afiliados de la rama respectiva, las someterá a la consideración del Consejo Técnico por conducto del Director de la Facultad."<sup>31</sup>

Además de todo lo expuesto sobre la Escuela de Graduados también se reglamentó la organización del Consejo Técnico de la Facultad, el cual estaría integrado por:

- 1.- El Director de la Facultad
- 2.- Los Directores de las Escuelas que la integran
- 3.- Un Profesor de cada División
- 4.- Dos consejeros alumnos, uno de la Escuela Profesional y otro de la Escuela de Graduados.

En cuanto a las Sesiones del Consejo Técnico se dice lo siguiente:

- 1.- Las sesiones se efectuarán, previa cita del C. Director de la Facultad, en el local que se designe, el Secretario de la Facultad fungirá como Secretario del Consejo Técnico, pero tendrá solamente voz informativa.
- 2.- Cuando la cita para la reunión sea la primera, sólo podrá haber sesión si asiste más de la mitad del total de los miembros que integran el Consejo Técnico.
- 3.- En caso de que no se reúna el quórum que marca el inciso anterior, se convocará nuevamente; celebrándose la sesión con el número de Consejeros que asista.
- 4.- El C. Director de la Facultad citará a sesión extraordinaria del Consejo Técnico cuando así lo soliciten cuando menos dos miembros del mismo.
- 5.- El Consejo Técnico nombrará las comisiones que estime necesarias para el estudio de los asuntos que le competen.

Por último, en lo referente a la nueva organización de la Facultad de Ciencias me referiré a los Jefes de Departamento, cargo que antes era el inmediato siguiente del Director y Secretario de la Facultad, sobre esto se dice:

"Los Jefes de Departamento deberán ser propuestos por los Jefes de la División respectiva, y nombrados por el Consejo Técnico de la Facultad tomando en cuenta la competencia profesional, investigaciones, experiencia en la enseñanza, etc."<sup>32</sup>

Con la nueva organización era necesario volver a tocar el punto de la finalidad de la Facultad de Ciencias, no se dice demasiado sobre esto, pero lo que se menciona revela la presencia de la nueva Escuela de Graduados y está en los siguientes puntos:

- a) Formar técnicos, científicos, profesionales y profesores universitarios de materias científicas.
- b) Formar técnicos, científicos altamente especializados e investigadores para el progreso de la ciencia y el perfeccionamiento de la técnica.

**c) Difundir la alta cultura científica.**

Obviamente todos los cambios originados por la Escuela de Graduados también incluyen todo lo referente a grados y títulos profesionales otorgados por la Facultad, este aspecto se reglamentó nuevamente, y entre estos cambios sobresale que los antiguos grados de Maestro en Ciencias serán equivalentes a los nuevos títulos profesionales de Matemáticas, Física y Biología.

El reglamento para obtener título profesional es el siguiente:

- a) El alumno debe pedir por escrito al Director de la Facultad se le asigne asesor.
- b) El alumno entregará original y tres copias al carbón de la tesis al Director, por lo menos un mes antes de presentar su examen, las cuales serán analizadas por el asesor y por tres profesores más que el Director designe.
- c) Aceptada y modificada la tesis el alumno deberá llevar a la Dirección 20 copias y pagar las cuotas respectivas.
- d) El alumno sustentará un examen profesional que estará basado en la tesis que presentó, integrando la comisión dictaminadora los mismos profesores que revisaron la tesis incluyendo al asesor.

Los requisitos para obtener el grado de Maestro en Ciencias son los siguientes:

- a) Presentar el título profesional de la especialidad.
- b) Haber aprobado las asignaturas de la División de la especialidad.
- c) Aprobar el examen de grado en la materia de la especialidad.
- d) Llenar los requisitos que marque la División.

Nótese que parece ya una Maestría en el sentido actual. Por otro lado, los requisitos para obtener el grado de Doctor en Ciencias en cada una de las respectivas Divisiones de la Facultad de Ciencias son los siguientes:

- a) Tener el grado de Maestro en Ciencias de la UNAM o el equivalente de otra Universidad.
- b) Ser reconocido como candidato al Doctorado por la Comisión de Profesores de la División correspondiente.
- c) Aprobar un examen general de conocimientos.
- d) Desarrollar una investigación original y escribir una tesis al respecto.
- e) Aprobar el examen final de grado.

NOTA: El alumno sólo podrá recibir el grado, por lo menos al año de que fue aceptado como candidato.

El Director designará a los profesores que revisen la tesis que constituirán el jurado.

Mientras tanto, en ese año se vuelven a hacer gestiones para buscar local a la Facultad de Ciencias, en 1946 el Ing. Ricardo Monges López había visto una casa que cumplía las condiciones para albergar a la Facultad, que se encontraba en la Colonia Roma en la Calle de Mérida Número 121 y que tenía una renta mensual de \$1,000. A petición del Director de la Facultad, el Patronato de la Universidad estudia el caso y aconseja no se pague una renta mayor de \$700 u \$800, argumentando que por ese precio puede encontrarse algo mejor.

Había otras razones de por medio en este asunto del edificio de la Facultad de Ciencia; en el Palacio de Minería además de encontrarse la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Ciencias, estaban instaladas algunas oficinas de la Secretaría Agricultura y Fomento, incluso la del Secretario. En ese entonces se estaba construyendo un edificio para la Secretaría de la Defensa que tenía oficinas en el Palacio Nacional, las cuales cedería a la Secretaría de Agricultura y Fomento, dejando ésta espacio libre en el Palacio de Minería, pudiéndose instalar la Facultad de Ciencias en mejores condiciones que las que había tenido hasta ese momento. Se pensaba que en ese mismo año quedaría listo el edificio de la Secretaría de la Defensa.

La Facultad de Ciencias permaneció en el Palacio de Minería hasta que se construyó la Ciudad Universitaria y pudo tener su propio espacio.

Hasta aquí he resumido lo que fueron los primeros años de vida de la Facultad de Ciencias, sólo quiero hacer dos observaciones de lo que ocurrió en 1947, en este año fue nombrado Director de la Facultad de Ciencias el Dr. Alberto Barajas Celis, quien fue el primer egresado de la Facultad que ocupara este cargo.

1947 es el año en que se formalizan, a través del Consejo Universitario, los estudios de la carrera de Actuario, que junto con las de Biología, Física y Matemáticas, han constituido hasta la fecha los estudios profesionales de la Facultad.

Es así como después de todo un largo proceso en el terreno académico y administrativo la Facultad de Ciencias pasó de ser una idea a una realidad y empezó la preparación de los futuros maestros e investigadores que conforman ahora la planta docente y de investigación en Física y Matemáticas en México.

## **LOS INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN**

La presente sección la dedicaré a los primeros años de los Institutos de Investigación Científica en Física y Matemáticas, la fundación de estos Institutos se hizo casi paralelamente a la de la Facultad de Ciencias.

Como se recordará en el proyecto de la Facultad de Ciencias que fue presentado a la Rectoría de la Universidad se consideraba que cada especialidad que tuviera cabida en la Facultad de Ciencias debería tener un Instituto de la misma especialidad, en donde se pudiera hacer investigación, y

de esta forma el conocimiento que adquirieran los estudiantes de la Facultad estaría respaldado por una investigación fresca.

El primer Instituto de investigación que se fundó relacionado con las disciplinas que conciernen a esta tesis fue el Instituto de Investigaciones en Física y Matemáticas.

El 1° de diciembre de 1937 el Ing. Ricardo Monges López envió una carta al Rector en la que proponía que se creara el Instituto antes mencionado y sugería que el Director podría ser el Doctor en Ciencias Alfredo Baños Jr., quien era Profesor de Física en la Universidad y acababa de regresar de perfeccionar sus estudios en Estados Unidos, habiendo recibido Doctorado en Ingeniería en la Universidad de John Hopkins y el Doctorado en Física en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en donde, por gestiones del Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Facultad de Ciencias, había sido becado por la Fundación Guggenheim. Entre los argumentos que utilizó el Ing. Monges López para la creación del instituto estuvieron los siguientes:

"Ya que como todo el mundo sabe, lo que de la materia y de la energía ha hecho posible los recientes progresos alcanzados en la química, la fisiología, la genética, la geología, la astronomía, etc. y no podríamos adelantar nada en estas ramas mientras no exista en nuestra Universidad el Instituto de Investigaciones Físicas." <sup>33</sup>

La propuesta fue aceptada y en 1938 el Instituto fue creado, comenzando sus labores el 1° de febrero de ese año, sobre los objetivos que movieron a la fundación de dicho Instituto se dice lo siguiente:

"...fue creado para establecer en la Universidad un centro de investigación en las ciencias físico-matemáticas que, además de cumplir con la importante misión de fomentar el desarrollo de la ciencia en México, llenara la necesidad que existe de un laboratorio central para la colaboración y cooperación con los demás Institutos de la Universidad y con aquellas dependencias del Gobierno Federal que pudieran necesitar sus servicios." <sup>34</sup>

Ya desde enero de 1937 se había instalado en Teoloyucán un aparato contador de Rayos Cósmicos, la elección del sitio se debió a las condiciones climatológicas, de latitud y altitud, la instalación la hicieron los Profesores A. H. Compton (Universidad de Chicago) y Manuel Sandoval Vallarta (Instituto Tecnológico de Massachusetts), los responsables del cuidado del aparato fueron el Ing. Alfonso Vaca y el Dr. don Joaquín Gallo, éste último Director del Observatorio Astronómico Nacional. En una carta de la Rectoría, del año de 1938, en la que se informa acerca del contador de Rayos Cósmicos se distingue la colaboración para promover la investigación científica del Ing. Ricardo Monges López y el Físico mexicano Manuel Sandoval Vallarta, quienes contribuyeron a elegir el lugar para la instalación del aparato.

La instalación del contador de rayos cósmicos fue de gran importancia, ya que permitía al Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas participar en un proyecto internacional, ya que, además del aparato instalado en México, la

Institución Carnegie de Washington había instalado 5 más en diferentes puntos del planeta, éstos estaban en: Cheltenham, Md., E.U.A.; Huancayo, Perú; Christchurch, Nueva Zelanda; Chicago, Ill; Cambridge, Mass. Los aparatos eran cámaras de ionización total para el registro continuo y automático de la intensidad total de rayos cósmicos.

En 1938 el Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas contó con los siguientes investigadores: el Ing. Manuel González Flores, y como ayudantes de investigador, el Sr. Héctor Uribe, el Sr. Manuel L. Perusquía y Sr. Pedro Zuloaga. El presupuesto para personal, presentado en sueldos mensuales fue el siguiente: Director \$400, un investigador \$360, tres ayudantes \$200 cada uno.

Entre las investigaciones que se realizaban en el Instituto el año de su fundación, estaban las siguientes:

Obtener la relación entre las tormentas magnéticas y la radiación cósmica, para lo cual se llevó un registro estadístico entre las variaciones simultáneas que ocurrían en los dos fenómenos. Además, el Dr. Alfredo Baños, además de estudios de Estadística matemática realizaba la investigación de varios problemas relacionados con la radiación cósmica, los cuales eran:

- 1) Un problema teórico acerca de la electrodinámica de partículas cargadas en un campo magnético, el cual era continuación de los estudios que realizó en el MIT bajo la dirección de Sandoval Vallarta
- 2) Un problema experimental que consistía en la construcción de un aparato automático para el registro simultáneo de triples coincidencias con contadores de Geiger-Müller, según seis ángulos cenitales distintos y con el plano de los contadores orientado en 8 azimuts, el cual era un compromiso internacional de la Universidad Nacional con algunas instituciones extranjeras.

La creación del Instituto no fue aprobada por toda la comunidad universitaria y tuvo su parte polémica, esto puede apreciarse en una carta dirigida al Rector, con fecha 29 de noviembre de 1938, firmada por "unos universitarios" en la que se dice:

"En lugar de consentir en la ampliación del llamado Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas ,etc., procurar suprimir de plano el que existe porque nunca ha servido de nada, como fácilmente puede usted comprobarlo. De seguir, no servirá, como hasta aquí, más que para seguir repartiendo sueldos que no se devengan en ninguna forma, con perjuicio de empleados y profesores que verdaderamente trabajan. Suprimir también clases inútiles o que, por muy especiales, nunca tienen alumnos, o tienen uno o dos en todo el año, pues hay que tener en cuenta que el papel de la Universidad no es crear especialistas sino dar una buena base solamente. Las especialidades deben venir de la práctica de cada quien o el gusto del interesado, por lo que el programa del Sr. Barrera<sup>35</sup> ampliado a lo estrictamente necesario, parece lo ideal, y nada más. " <sup>36</sup>

## **INSTITUTO DE FÍSICA**

Al fundarse la Facultad de Ciencias en 1939, el Instituto de Investigaciones Físicas y Matemáticas se convirtió en el Instituto de Física, ya que existía un proyecto para formar aparte el Instituto de Matemáticas, el cual se fundó tres años más tarde.

La razón por la cual se fundó con anterioridad el Instituto de Física al de Matemáticas, obedeció a razones prácticas, el aparato instalado en Teoloyucán ofrecía la posibilidad a los físicos mexicanos de hacer investigación, participando en un proyecto internacional de importancia, de hecho, la investigación en física formalmente había empezado.

El Instituto de Física realizó en 1939 las siguientes actividades, las dos primeras referentes a áreas de investigación y las dos últimas a funcionamiento del propio instituto.

- I. Sección de Radiación Cósmica.
  - 1) Trabajos teóricos
  - 2) Trabajos experimentales.
- II Laboratorio. de Mecánica de Suelos
- III Servicio Bibliográfico.
- IV Labores personales del Director

La Sección Radiación Cósmica estuvo a cargo del Director del Instituto, con 3 ayudantes de investigador. Sus trabajos fueron:

Teóricos: cálculo de trayectorias periódicas estables de una partícula cargada electrostáticamente que se mueve en el campo magnético de un imán elemental.

Experimentales: Construcción de un aparato contador de Rayos cósmicos para medir la intensidad direccional simultáneamente a varios ángulos cenitales.<sup>37</sup>

El Laboratorio de Mecánica de Suelos, estaba a cargo del Ing. Manuel González y en él se trabajaron los siguientes temas:

- 1) Análisis granulométrico mecánico
- 2) Análisis granulométrico hidrométrico
- 3) Densidad específica
- 4) Prueba de la permeabilidad en las arenas.
- 5) Límite líquido
- 6) Límite plástico
- 7) Índice plástico
- 8) Índice de fluidez
- 9) Índice de dureza.<sup>38</sup>

Además, en el área de servicio bibliográfico trabajaba un ayudante de investigador, quien preparaba para su publicación mensual en Ingeniería, órgano de la Facultad de Ingeniería una serie de artículos, extractos, traducciones y resúmenes sobre el desarrollo de la Física en ese momento.

Ese año el Instituto contó con dos investigadores más, el Ing. José Hernández Prieto y el M en C Jaime Lifshitz y su presupuesto fue de \$26,157.5 en total, dividido en \$25,140 para sueldos y \$1,017.5 para gastos varios.

1939, es el año en el que se creó, por iniciativa de la Facultad de Ciencias, el Consejo de Investigación Científica, compuesto por los directores de los institutos y el director de la Facultad que fungía como coordinador, siendo la presidencia rotativa.

El 16 de diciembre de 1940, el Director del Instituto de Física, Dr. Alfredo Baños Jr., publicó un informe acerca del Instituto, en la Revista de Estudios Universitarios, en él hacía una breve historia del Instituto y además se refería a un proyecto de organización del mismo, con respecto al futuro desarrollo de dicha institución, dice lo siguiente:

"El desarrollo depende especialmente de dos factores: 1) la preparación de los investigadores que habrán de colaborar en las labores del Instituto. 2) la seguridad, por parte de las autoridades universitarias, de que al Instituto se le asignará un presupuesto adecuado que vaya aumentando gradualmente, de año en año, conforme se establezcan diferentes secciones y conforme se haga evidente la utilidad de las funciones del Instituto, labor esta última que corresponderá demostrar a su director y a sus principales colaboradores." <sup>39</sup>

El proyecto de organización del Instituto de Física, propuesto por su director y aceptado, por las autoridades universitarias, estaba planteado a varios años, en los cuales quedarían establecidas las siguientes secciones y sus respectivos laboratorios:

- 1) Radiación Cósmica
- 2) Geofísica
- 3) Física Biológica
- 4) Hidrodinámica y Elasticidad
- 5) Física Nuclear y radioactividad
- 6) Espectroscopia y estructura atómica
- 7) Rayos x y estructura molecular
- 8) Astrofísica
- 9) Laboratorio de Mecánica de Suelos

La 1) y la 9) son las que ya se encontraban en funcionamiento, de cada una se presentó cuál era su objetivo y cómo funcionaría, algunas no llegaron a funcionar nunca. A continuación presento lo que de cada una de las secciones se esperaba, de acuerdo al proyecto del Ing. Alfredo Baños Jr.

"1) Sección Radiación Cósmica.- Esta sección llevará a cabo trabajos de investigación teóricos y experimentales. La parte teórica se refiere a la continuación y prolongación de los trabajos que el suscrito ya desarrolló en el MIT bajo la dirección del eminente físico mexicano Dr. don Manuel Sandoval Vallarta, sobre el problema matemático del movimiento de una partícula cargada en el campo magnético de un dipolo; estos trabajos teóricos ya han sido emprendidos y están ahora encomendados a dos investigadores que emplean, para el objeto, una pequeña biblioteca y una máquina calculadora. La parte experimental se refiere al compromiso que tiene contraído este

Instituto con la Universidad de Chicago y con el MIT para que la Universidad Nacional de México colabore efectivamente con un programa internacional de trabajo para la resolución de problemas relacionados con la naturaleza y origen de los rayos cósmicos. Dada la posición geográfica privilegiada que tiene México, debido a su latitud magnética y a su altura existen trabajos experimentales de carácter crítico cuya eficacia es mucho mayor cuando las observaciones se llevan a cabo en un lugar adecuado como México. Por esta razón y por el compromiso así contraído, esta sección del Instituto ya ha estado trabajando activamente en la construcción de un aparato contador de Rayos cósmicos, utilizando en un principio el equipo preliminar generosamente donado al Instituto por el Ing. don Ricardo Monges López y los tubos contadores que obsequiaron las Universidad de Chicago y el MIT. Este trabajo experimental se encuentra actualmente en manos de un investigador quien está por terminar, en su forma final, el aparato contador de Rayos cósmicos de la Universidad Nacional de México. Una vez terminado el aparato quedará montado, en forma de estación semi-permanente, en una caseta de asbestos-cemento construida ex profeso en la azotea de la antigua torre del Palacio de Minería que sirvió por muchos años como Observatorio Meteorológico.

2) Sección Geofísica.- La sección de Geofísica tiene por objeto la creación de un laboratorio de pruebas y de investigación que sirva como base para la colaboración que preste el Instituto al Departamento de Exploración de la Secretaría de Economía Nacional y a las instituciones privadas que soliciten su colaboración. Esta colaboración ha de consistir en la prueba y ajuste, para su mejor utilización en el campo, de los equipos de prospección geofísica que ya tiene adquiridos el mencionado Departamento de Exploración y los que en lo futuro adquiriera, así como la cooperación técnica del Instituto al aportar el conocimiento de sus investigadores para la interpretación correcta de las pruebas de campo que se sometan a su consideración y estudio. Se hace hincapié en que esta sección no tiende a duplicar, en lo que se refiere a la exploración geofísica, los trabajos de ninguna dependencia universitaria como, por ejemplo, el Instituto de Geología, sino que, al suministrar un laboratorio de pruebas para la calibración, comprobación y reparación de instrumentos de campo y un laboratorio de investigación donde se puedan resolver problemas de geofísica teórica utilizando modelos a escala, se complementan las labores de ambas instituciones.

3) Sección Física Biológica.- Esta sección tendrá por objeto la organización de un pequeño laboratorio de investigación por medio del cual se propone el Instituto colaborar con el Instituto de Biología de la Universidad y con el Departamento de Salubridad Pública del Gobierno Federal para la resolución de problemas biológicos que requieran pruebas y mediciones físicas y cuya interpretación pueda necesitar la aplicación de métodos estadísticos.

4) Sección Hidrodinámica y Elasticidad.- "El trabajo que se desarrolle en esta sección será de carácter teórico y experimental. En la parte teórica se requieren los servicios de un matemático especializado en la materia y en la parte experimental se propone que se establezcan los laboratorios de investigación para la construcción de pequeños modelos a escala que reproduzcan fielmente los esfuerzos que sufren las estructuras y las condiciones hidrodinámicas de problemas cuya resolución matemática sería imposible o extremadamente laboriosa. En esta forma se espera prestar cooperación eficaz a la Comisión Nacional de Irrigación de la Secretaría de Agricultura a fin de que, con la ayuda adicional de la sección de geofísica, se facilite la parte teórica de la construcción de diques y presas. Además, esta sección deberá comprender un laboratorio bien montado de foto-elasticidad para facilitar la solución gráfica de problemas complicados de resistencia de materiales, en estructuras de puentes y en construcciones a base de estructuras de hierro.

5) Sección Física Nuclear y Radioactividad.- El trabajo que desarrolle esta sección por medio de su laboratorio de radioactividad y física nuclear tendrá como principal objeto el estudio de las aplicaciones biológicas de la radioactividad, artificial y natural, colaborando de esta manera con el Instituto de Biología y el Departamento de Salubridad Pública. En cuanto lo permita el desarrollo del Instituto y así que tengamos

investigadores preparados podrán extenderse las actividades de esta sección a la resolución teórica y experimental de numerosos problemas de la física del núcleo atómico.

6) Sección Espectroscopia y Estructura Atómica.- En un principio las actividades de esta sección deberán inclinarse hacia las aplicaciones técnicas de la espectroscopia tales como la metalurgia y el análisis cuantitativo y cualitativo de pequeños residuos de substancias cuya presencia no podría determinarse con precisión por otros métodos. Así que lo permitan los recursos del Instituto esta sección deberá extender sus actividades a la resolución de problemas de la estructura atómica de la materia y de la astrofísica.

7) Sección Rayos X y Estructura molecular. La sección de rayos-X deberá en un principio dedicarse al montaje de un laboratorio para el estudio de las aplicaciones biológicas e industriales de los rayos-X. En esta forma estará el Instituto capacitado para cumplir con su misión de colaboración con otros institutos y dependencias oficiales. Sin embargo, tan pronto como tengamos investigadores debidamente preparados, deberá esta sección prestar su contingente para la resolución de numerosos problemas de la estructura atómica y la estructura de las substancias cristalinas, estudio para el cual se adaptan admirablemente los rayos-X.

8) Sección Astrofísica.- Esta sección habrá de establecerse para colaborar con el Observatorio Astronómico de la Universidad en la resolución de numerosos problemas de investigación científica que descansen en principios físicos y que requieran la aportación de los otros laboratorios de este instituto.

9) Sección Laboratorio de Mecánica de los Suelos.- La técnica de las pruebas físicas de los suelos, incluyendo medidas de gravedad específica, contenido de agua, densidad y límites de consistencia; análisis mecánicos; permeabilidad, consolidación y pruebas de esfuerzos cortantes. Este importante laboratorio tendrá por objeto primordial suministrar un lugar de estudio y de investigación donde puedan resolverse los problemas físicos de la cimentación en México con especial atención a aquellos detalles que se refieren a las propiedades físicas y mecánicas que gobiernan el comportamiento de los suelos, principalmente en la Ciudad de México, como material de cimentación. Se estudiarán los principios de clasificación de los suelos; el análisis de las variaciones en estructura y densidad; el fenómeno de las arenas movedizas; la compresibilidad, consolidación, presión intrínseca, fricción interna, cohesión y elasticidad de los suelos, y la correlación de todos estos factores con los problemas de cimentación. La importancia de este Laboratorio puede sobre-estimarse cuando se toman en cuenta los beneficios que aportará en su colaboración con el Departamento Central, la Comisión Nacional de Irrigación, la Comisión Nacional de Caminos y otras dependencias del Gobierno Federal que podrán aprovechar en sumo grado, obteniendo enormes ventajas, los resultados de las pruebas y las enseñanzas de los trabajos de investigación que se desarrollen en este Laboratorio. La creación de esta sección del Instituto se llevó a cabo a principios de 1939, obedeciendo nuevamente a un compromiso internacional, esta vez con la Universidad de Harvard, pues, debido a gestiones iniciadas por el Ing. José A. Cuevas, en colaboración con el Ing. Arturo Casagrande, profesor de Mecánica de la Universidad de Harvard, se construyó en aquel plantel, con un costo de 5,000 bajo la supervisión del Ing. Casagrande y con la colaboración de un investigador mexicano, un laboratorio de Mecánica de los Suelos que actualmente pertenece a la Universidad y que ha estado operando bajo la supervisión del Instituto de Física con el fin de dedicarlo a estudios de investigación relacionados con nuestros problemas peculiares de cimentación, los cuales interesan en sumo grado a los investigadores nacionales y extranjeros." <sup>40</sup>

Para 1940 había sido muy productiva la Sección de radiación cósmica ya que, para ese año, tenía ya trabajos publicados en diversas revistas internacionales y nacionales, más de 10 artículos, revistas como: "...Ingeniería, Revista de Sociedad de Estudios Astronómicos y Geofísicos, Ciencia, The Physical

Review, The Journal of The Franklin Institute, Journal of Mathematics and Physics, Reviews of Modern Physics y otras más.

Durante ese año se incrementó el personal, ya que ingresaron el Sr. Fernando. Alba Andrade como ayudante de Investigador y el Ing. Ricardo Monges López, como investigador honorario.

En el informe del Director se hace mención de becas al extranjero, que está dispuesta a otorgar la fundación Guggenheim a los estudiantes más destacados para que vayan a las Universidades americanas a perfeccionar sus estudios. En ese momento se encontraba en el MIT, becado el Prof. Carlos Graef Fernández, la idea de estas becas es formar el grupo de investigadores que habrá de laborar en el Instituto dándole relieve a sus funciones y prestigio a la Universidad de México

El presupuesto para 1940, se incrementó con respecto al año anterior, siendo en total de \$29,517.5, estando dividido en \$29,297.5 de sueldos y \$220 de gastos varios.

Entre los logros del Instituto, durante ese año puede contarse la terminación del primer volumen de los Anales del Instituto de Física correspondientes al año de 1938. El índice de trabajos contenidos en esta obra es el siguiente:

Informe del Director

Las ecuaciones del movimiento de la teoría de radiación cósmica

La órbita circular periódica en la teoría de la radiación cósmica

Sobre las órbitas asintóticas de los rayos cósmicos primarios.

Conferencia: la radiación cósmica.

Reseña histórica.

Todos estos trabajos escritos por el Dr. Baños.

Trayectorias ecuatoriales de una partícula cargada eléctricamente en el campo de un dipolo magnético escrito por Jaime Lifshitz.

A dos años de su creación, el Instituto de Física empezaba a tener problemas de espacio, su Director tenía perfecta conciencia de esto y pretendía hacerlo del conocimiento de la Universidad, en el informe publicado, menciona al respecto lo siguiente:

"...(las autoridades universitarias) habrán de prestarnos su más amplia colaboración y franca ayuda para dotar desde luego al Instituto, aunque en forma modesta y sencilla, de un edificio adecuado para sus oficinas, sus laboratorios y su biblioteca. Tenemos la seguridad de que, con medios adecuados de trabajo y con los investigadores que actualmente está preparando la Facultad de Ciencias en sus departamentos de Física y Matemáticas, tendremos pronto un Instituto de Física digno, del nombre y capaz de competir, por la seriedad e importancia de sus trabajos de investigación, con cualquiera institución extranjera de la misma naturaleza. Entonces veremos realizadas por completo las promesas que encierra la fundación de la Facultad de Ciencias con sus 7 institutos de investigación."<sup>41</sup>

1941 fue un año de continuidad para el Instituto de Física, siguieron creciendo la Sección de Radiación Cósmica y el Laboratorio de Mecánica de Suelos, en la primera se realizaron los siguientes trabajos:

Esta sección, que tenía por investigador a Manuel L. Ferrusquía, supervisando por el Dr. Alfredo Baños, junto con la Universidad de Washington y la de Saint Louis Missouri Estados Unidos realizaba experimentos con el fin de determinar la intensidad dirección de los rayos cósmicos en función del ángulo cenital para varios exinuts. Utilizando un aparato instalado por el Dr. E.J. Schremp.

Héctor Uribe Martínez, investigador del Instituto, trabajó en esclarecer algunos problemas relacionados con la teoría general de las órbitas periódicas. Jaime Lifshitz presentó una tesis sobre "Estudios sobre el análisis de Fourier de las órbitas del plano ecuatorial de un dipolo magnético." , particularmente, este investigador trabajó en el aspecto teórico el problema de ciertos aspectos de la dinámica de un electrón que se mueve en el campo de un dipolo magnético elemental. Por otro lado, quedó terminada la instalación del aparato contador de Rayos cósmicos, y los siguientes investigadores estaban listos para comenzar trabajos de investigación en este sentido: Manuel Perusquía, Alfredo Baños, Héctor Uribe y Fernando Alba Andrade.

Ese año, debido a los proyectos internacionales en los que estaba involucrado el Instituto se contó con la visita del distinguido físico Arthur H. Compton, quien vino a intercalibrar la cámara de ionización de la Institución Carnegie de Washington que se encontraba en Teoloyucán, México al cuidado de la Universidad Nacional, por conducto del Observatorio Astronómico. Los trabajos fueron realizados por Compton el Ing. Alfonso Vaca, con la ayuda del Dr. Baños, Manuel L. Perusquía y Fernando. Alba.

Por otro lado, Fernando. Alba Andrade bajo la supervisión de Alfredo Baños y Marcos Moshinsky trabajó en un proyecto de la Universidad de Washington en Saint Louis Missouri.

Y ese mismo año el Instituto contó con la visita del Dr. en C. Robert A Millikan Rector del Instituto Tecnológico de California, quien vino a observar el funcionamiento del aparato contador de Rayos Cósmicos.

También el Laboratorio Mecánica de Suelos continuó creciendo, y siguió bajo la dirección del Ing. Manuel González. En el Laboratorio se hacían estudios sobre la técnica de pruebas físicas de los suelos (gravedad específica, cantidad de agua, densidad, límites de consistencia, permeabilidad, pruebas de esfuerzos constantes). Ese año el Laboratorio publicó un informe de las investigaciones y estudios efectuados sobre los procedimientos para determinar la densidad real de los suelos por Ing. Manuel González. Flores y el Ing. Luis Echegaray Bablot. Leopoldo Nieto Casas bajo la supervisión del Ing. Manuel González. Flores realizó un estudio de los diversos métodos para medir la densidad de los suelos.

En cuanto al personal del Instituto, ese año regresó el Dr. Graef. después de obtener su doctorado en Física Teórica en el MIT. En el mismo año ingresó como investigador Leopoldo Nieto Casas, quien fue mencionado anteriormente por su trabajo en Mecánica de Suelos.

El presupuesto del Instituto tuvo un incremento muy pequeño, con respecto al año anterior, el presupuesto total fue de: \$31,146.69, dividido en \$30,680 para sueldos y \$466.69 para gastos varios

Un aspecto importante para el año de 1941 fue el equipo para el Laboratorio de Medidas Eléctricas de Precisión donado por la Fundación Rockefeller. Dicho donativo fue respuesta a la petición del Rector a la Fundación de 5000 dólares, que a su vez había sido pedido al Rector por el Director del Instituto el Dr. Alfredo Baños.

Ese año las publicaciones son: "Análisis Estadístico de coincidencias de rayos cósmicos" escrito por el Dr. Alfredo Baños en la Revista mexicana de Ingeniería y Arquitectura Vol. XIX, Num 5 y 6 mayo, junio 1941 págs. 121-137.

Ese año se publicaron y distribuyeron 500 ejemplares del volumen inicial de una serie de obras monográficas que el Instituto se proponía publicar, la primera de las cuales se tituló "Temas selectos de física atómica", la cual contenía las conferencias que se dieron ese año durante el curso de invierno por Alfredo Baños, y que después se convirtieron en un tema de gran polémica para la comunidad de físicos mexicanos.

En 1942, siguieron trabajando las mismas secciones que los años anteriores y además, gracias a la donación de la Fundación Rockefeller, el Laboratorio de Medidas Eléctricas, a cuya inauguración asistieron el Rector B. Foucher, el Dr. Payne representante de la Fundación Rockefeller en México, el Director de la Facultad de Ingeniería, Ing. Pedro Martínez Tornell, y casi todos los Directores de Escuelas e Institutos de la Universidad Nacional.

Para la inauguración el Laboratorio fue montado temporalmente en un salón del Palacio de Minería, pero no podía trabajar permanentemente ahí, así que el Instituto de Física empezó a tener serios problemas de espacio.

Por si fuera poco, ese mismo año el Rector envió al Director del Instituto una carta de apoyo por las gestiones que estaba realizando para que la Fundación Rockefeller donara 5000 dólares para un taller mecánico y un taller de soplado de vidrio, con el compromiso de que el Dr. Blas Cabrera sea Jefe de Investigadores con sueldo de \$500 y que se de un lugar adecuado en forma inmediata para comenzar la construcción de los talleres, cuyo objeto era la construcción de aparatos de precisión que habrían de utilizarse en problemas de investigación científica del Instituto de Física y de los demás institutos asociados a la Facultad de Ciencias, estos talleres representaban mayor desarrollo para el Instituto pero también mayores requerimientos de espacio.

En cuanto al personal del Instituto, se anuncia en un documento de la Rectoría que:

"El Instituto de Física se enorgullece de contar para el próximo año con Manuel Sandoval Vallarta y Blas Cabrera, éste dirigirá los talleres de mecánica y soplado de vidrio. Tienen prometido equipo y material por un grupo de empresarios industriales españoles y que facilitará al Dr. Cabrera continuar su trabajo sobre las propiedades magnéticas de la materia. El Prof. Vallarta se propone estar un largo tiempo en México para retomar la dirección de estudios teóricos de radiación cósmica en el Instituto de Física."<sup>42</sup>

El personal del Instituto durante ese año fue:

Alfredo Baños Jr. Director. \$600 mes.

Secretario Administrativo del Instituto, Héctor Uribe.

Bias Cabrera, Jefe de Investigadores de un Departamento. del Instituto, con el sueldo más alto \$500 y tuvo bajo su dirección 2 ayudantes, 1 mecánico experto y un soplador de vidrio.

Prof. Manuel L. Perrusquía, Jefe de Investigadores, también, con el mismo sueldo de \$500.

Ing. Manuel González. Flores. Investigador B, sueldo de \$400

Prof. Héctor Uribe Martínez Investigador H, sueldo de \$250

Prof. Marcos L. Moshinsky Ayudante Investigador A, sueldo de \$150

Luis Etchegaray Ayudante Investigador A, sueldo de \$150

Leopoldo Nieto Casas. Ayudante de Investigador B, sueldo de \$120.

Prof. Jaime Lifshitz Ayudante de Investigador F, sueldo de \$300

En un comunicado interno del Instituto, el Dr. Baños dice lo siguiente con respecto a los sueldos del Instituto de Física

"La UNAM ...me ha autorizado que anuncie que a principios del próximo año del Instituto de Física cubrirá salarios y gastos generales, que serán el doble. En breve, la UNAM estará haciendo su parte para aumentar las facilidades de la investigación de nuestro Instituto de Física donando \$40,000 adicionales para el próximo año."<sup>43</sup>

El presupuesto para el año de 1942, del Institutos fue de \$34,973.78 en total, dividido en \$33,422 para sueldos y \$1,551.78 para gastos varios.

Ese año, sin duda, se caracterizó por toda la movilización que hubo en torno al Instituto debido al espacio que requería y a la institución estratégica en la que se había convertido, a sólo cuatro años de su creación.

De hecho, en la convocatoria para el Primer Congreso Nacional de Física, que se celebraría en Puebla, se dicen el Gobierno del Estado, la Rectoría de la Universidad de Puebla y la Dirección del Observatorio Astrofísico de Tonantzintla que:

"Un pueblo que pretenda obtener para sí todas las ventajas de la vida civilizada no puede permanecer al margen del progreso de la Física, ni puede suplir con actividades en otros campos por magníficas que sean los recursos que esta ciencia proporciona. Es evidente que la civilización moderna tiene sus más importantes apoyos en la Ciencia Física, tanto porque la aplicación de los resultados de esta Ciencia multiplica enormemente la capacidad de acción del hombre, cuanto porque pone dócilmente en sus manos grandes energías acumuladas por largos procesos naturales."<sup>44</sup>

Como se dijo anteriormente, pareciera que el pretexto para reclamar espacio había sido el Laboratorio de Medidas de Precisión, cuyos aparatos se encontraban en cajas en la Dirección del Instituto. También el Taller Mecánico ya contaba con aparatos, lo mismo que el Laboratorio de Medidas Físicas y Propiedades de la Materia, el Laboratorio Espectroscopía y Óptica Geométrica, esto sin contar la necesidad de cubículos para investigadores y ayudantes, y la Biblioteca.

El Dr. Baños tuvo conocimiento de que la Facultad de Filosofía y Letras y la Escuela de Verano estaban por cambiarse de Ribera de San Cosme No. 71 (Antiguo Edificio de Mascarones) a Lic. Verdad no. 2, por lo cual sugiere en una carta al Rector que el Instituto de Física ocupe la parte trasera del Edificio de Mascarones y la Facultad de Ciencias el patio central, para lo cual no hay respuesta.

El Dr. Baños hace una propuesta directa de las necesidades de espacio del Instituto, en la cual detalla las condiciones físicas en las que se encontraba en ese momento y los requerimientos que tenía para que en él se pudiera hacer investigación de alto nivel, la presentación del Dr. Baños al respecto es la siguiente:

Condiciones en las que se encontraba el Instituto de Física en ese momento:

"...en un salón de 8x8m<sup>2</sup>, que actualmente aloja a las Direcciones de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Física hay 8 escritorios normalmente ocupados, una mesa de biblioteca para capacidad de 12 personas y además, amontonados en sus cajas aún sin desempacar se encuentran los aparatos para los cursos elementales de física que dependen de esta Dirección a través de la Jefatura del Departamento de física la Facultad de Ciencias. Además ...el Instituto de Física tan sólo cuenta con su Laboratorio. de Radiación Cósmica montado en la torre meteorológica del Palacio de Minería." <sup>45</sup>

En los requerimientos para el Instituto se pedía lo siguiente:

Dirección 15m<sup>2</sup>

Secretaría 7.5m<sup>2</sup>

Jefe del Departamento. Blas Cabrera Cubículo 7.5 m<sup>2</sup>

Sección. Radiación Cósmica Oficina de Manuel Perusquía (encargado de Radiación Cósmica experimental y Laboratorio. Electrónica), Moshinsky (Ayudante de Investigador de la Sección. Radiación. Cósmica. y laboratorio. de Electrónica 15m<sup>2</sup>

Oficina de Héctor Uribe Sección. Radiación. Cósmica teórica y experimental y Jaime Lifschitz investigador Sección. Radiación. Cósmica. teórica. Sala de estudio Ayudantes. de Investigador, alumnos de la Facultad de Ciencias Departamento de Física o quienes realicen sus tesis de Maestría en Ciencias o Doctorado. 30 m<sup>2</sup>.

Aula para cursos superiores 24 m<sup>2</sup>

Aula de conferencias y salón de seminarios Instituto de Física 24 m<sup>2</sup>

Total 138m<sup>2</sup> <sup>46</sup>

En otro requerimiento de espacio que hizo el Dr. Baños, ese mismo año se dice:

Biblioteca 10,000 volúmenes y 6 mesas. 60m<sup>2</sup>

Oficina del bibliotecario y salón de lectura. 24m<sup>2</sup>

Laboratorio. Medidas Eléctricas de Precisión Dr. Alfredo Baños encargado 48m<sup>2</sup>

Laboratorio Electrónica (M. Perusquía) 24 m<sup>2</sup>

Laboratorio Medidas Físicas y Propiedades de la Materia (B. Cabrera) 24m<sup>2</sup>

Laboratorio Espectroscopía y Óptica Geométrica (Pedro Carrasco) 24m<sup>2</sup>

Taller Mecánico (Blas Cabrera) 60m<sup>2</sup>

Taller Soplado de Vidrio (B. Cabrera) 24m<sup>2</sup>

Total 288 m<sup>2</sup> <sup>47</sup>

Otra necesidad de suma importancia que tenía el Instituto de Física era una biblioteca que permitiera a sus investigadores estar actualizados y trabajar sin problemas de información. El Dr. Baños pidió a la Fundación Rockefeller un donativo para libros e hizo una lista que presento a continuación:

1. Journal of Mathematics and Physics (MIT) Vols. I-XXI (1922-1942)
2. Journal of the Franklin Institute Filadelfia vols. 218-230 (1930-1942)
3. American Journal of Physics NY Vols. 1-8 (1933-1940)
4. Reviews of Modern Physics NY Vols. 1-12 (1929-1940)
5. Journal of Applied Physics NY Vols I-II (1930-1940)
6. Physical Review NY vols. 27-38 (1925-1930) <sup>48</sup>

La petición del donativo para libros, seguramente obedecía a que el Dr. Baños estaba seguro de tener un respaldo importante, ya que les comunicó que el siguiente año, el Instituto de Física tendría un nuevo espacio, que se encontraba en el segundo piso de un edificio que se está construyendo en Sta. Fe D.F., por el Ministro de la Defensa Nacional, con un costo de \$250,000. El edificio sería donado (2do. piso por lo menos \$200,000) del Ministerio de Defensa a la UNAM por decreto presidencial, el cual sería publicado. En el 1er. piso de dicho edificio, se encontrarían los salones, laboratorios y biblioteca de la Escuela Militar de Ingenieros.

El nuevo edificio comprendería 22 salones de varios tamaños en un área de 8000 pies<sup>2</sup> sin contar pasillos y escaleras, el lugar asignado para el Instituto de Física es para colaborar con la Industria Nuclear militar, para resolver problemas de investigación relacionados con la Defensa Nacional.

Además el Dr. Baños agrega:

"Todos estos anuncios, que estoy muy feliz de transmitirle, son claras muestras que tanto el Gobierno Mexicano y las Autoridades de la Universidad Nacional ven en nuestro Instituto de Física una promesa definida para llegar a ser un verdadero centro de investigación científica en Física Pura y Aplicada. En pocos días espero enviar una fotografía del edificio así como una copia impresa del Decreto Presidencial que asigne el piso superior del edificio a nosotros." <sup>49</sup>

Para exhortar a la Fundación a hacer el donativo el Dr. Baños explicó que la Biblioteca tendría un espacio en un salón de 700 pies<sup>2</sup>, y les pidió autorización para llamar a la Biblioteca "La Biblioteca Rockefeller del Instituto de Física" de la UNAM, agrega: "pensamos que un donativo de 15,000 dólares completaría esta Biblioteca considerando todos los recientes libros de física pura y aplicada, y también considerando las publicaciones importantes, particularmente colecciones completas de publicaciones periódicas pasadas que no se pueden encontrar en ninguna parte de México. Es necesario decirles, que abriremos las puertas de esta Biblioteca a todas aquellas personas estudiosas y desearíamos contar con microfilms y servicio de notas bibliográficas tanto para instituciones como personales en México y en las Repúblicas de Centro América." <sup>50</sup>

Para el año de 1943, se hizo realidad el donativo de la Fundación Rockefeller para la Biblioteca del Instituto de Física, el cual fue de 5000 dólares. para la compra de colecciones de revistas científicas.

Pero en marzo de 1943, el Dr. Alfredo Baños Jr., fue acusado ante la opinión pública, por medio de un artículo del periódico, en el que no se menciona al informante, de plagiar el libro de Física Atómica de Semat, publicándolo a través del Instituto una traducción de éste, sin autorización de la editorial y acreditándose la autoría. Esto conmocionó a la comunidad de físicos y tuvo serias repercusiones en los alcances que pretendía tener el Instituto.

Hasta el mes de febrero de ese año, continuaban las gestiones para cambiar el Instituto de Física al local de la Defensa Nacional; pero con lo ocurrido el Dr. Baños renunció a la dirección del Instituto, el 15 de marzo y en ese momento las negociaciones para la instalación del Instituto de Física en el edificio antes mencionado no pudieron continuar.

Lo ocurrido al Dr. Baños pareciera haber sido algo más político que académico, de hecho, el Dr. Baños acudió a la Editorial Farrar & Rinehart Incorporated Publishers, ubicada en Nueva York, para aclarar lo sucedido y la editorial envió una carta al Rector Brito Foucher, en la que aclaraba que fueron informados de la acusación del plagio del libro de FÍSICA ATÓMICA escrito por el Prof. Henry Semat y publicado por su editorial. La editorial pidió referencias a científicos americanos quienes confirmaron la clase de persona honorable y profesional que era el Dr. Baños. La casa editorial conforme a lo anteriormente expuesto dio el caso por cerrado estando seguros de la honorabilidad del Dr. Baños

Además de la defensa de la editorial, también hubo manifestaciones de indignación en defensa del Dr. Baños por parte de la comunidad académica, como fue el caso de Eduardo Vázquez Zarco, quien se dirigió al Rector preguntando quien nombró al jurado y declarando desleales a quienes lo acusaron.

El Dr. Baños nunca volvió a tener relación con el Instituto de Física y la Dirección Administrativa la ocupó temporalmente el Sr. Perusquía, quien era Jefe de investigadores y con mucho entusiasmo continuó reorganizando el Instituto de Física, después la Dirección del Instituto le fue encomendada al Dr. Sandoval Vallarta, quien de manera informal continuó esa labor, sin ni siquiera vivir en nuestro país.

El personal del Instituto de Física durante ese año estuvo constituido de la siguiente manera.

Blas Cabrera, Jefe de Investigadores, con un sueldo mensual de \$500.

Manuel Perrusquía, Jefe de Investigadores con un sueldo de \$500.

Héctor Uribe, Jefe de Investigadores, con el mismo sueldo que los anteriores.

Antonio Romero Juárez, Jefe de Investigadores, en las mismas condiciones que los anteriores.

Jaime Lifshitz, Investigador F, con un sueldo mensual de \$300

Marcos Moshinsky, Investigador H, con un sueldo mensual de \$250.

Indalecio Gómez, Ayudante Investigador A, sueldo de \$150

y Juan Hefferan, Ayudante Investigador B, sueldo de \$120.

En cuanto a los trabajos realizados en el Instituto de Física se tiene lo siguiente:

"Para entonces el Investigador Marcos Moshinsky, por indicación y bajo la dirección del Dr. Sandoval Vallarta se dedicó a realizar un estudio sobre la "Propagación de Ondas Elásticas a través de una superficie de Frontera Cilíndrica". Los resultados de este trabajo fueron expuestos posteriormente, en la Primera Asamblea Regional de la Sociedad Matemática Mexicana. Al mismo tiempo el Sr. Uribe continuaba revisando "algunos aspectos de un electrón que se mueve en el campo de un dipolo magnético elemental". Otras investigaciones se relacionaban con "la propagación de ondas de amplitud finita en la atmósfera" o sobre "problemas de dinámica". simultáneamente el ayudante de investigador Juan Hefferan realizaba el análisis estadístico de gran cantidad de datos fruto de las lecturas efectuadas por el contador de rayos cósmicos."  
"...(el Dr. B. Cabrera) por fin logró instalar la maquinaria del taller mecánico, en el Laboratorio de Medidas Eléctricas de precisión, que fue debidamente acondicionado para el objeto. Su idea era aprovecharlo en las investigaciones que realizaba relacionadas CON EL MAGNETISMO DE LOS CUERPOS para y diamagnéticos. Con este motivo y con objeto de convertir el taller en un valioso auxiliar en los trabajos de investigación que se llevaban a cabo en el Instituto, así como encargarse de la construcción, adaptación o modificación de aparatos y al mismo tiempo, como centro de enseñanza para los alumnos de la Facultad de Ciencias. Tomando como base estas finalidades se elaboró un programa que lo convirtiera en núcleo productor de aparatos científicos, capaz de satisfacer las necesidades del Instituto, de la universidad y aún de otros centros docentes del país. Inclusive se veía la posibilidad de iniciar ahí mismo la formación de mecánicos especializados en la construcción de aparatos científicos." <sup>51</sup>

Como se mencionó anteriormente el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, se había desempeñado como Director académico, del Instituto de Física a la renuncia del Dr. Alfredo Baños Jr. El 29 de septiembre, de 1944, el Dr. Antonio Caso, Rector de la Universidad Nacional le da el nombramiento oficial de Director del Instituto de Física.

Para ese año, el problema de espacio del Instituto se había agudizado por lo que las primeras gestiones que hizo el Dr. Sandoval Vallarta estaban encaminadas a conseguir ese espacio que se necesitaba, lo cual puede apreciarse en una carta al Rector, en la que dice:

"Tengo noticia de que la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas va a poner próximamente a disposición de la Universidad varios locales en el edificio del Palacio de Minería en el que actualmente tiene sus oficinas, taller y laboratorios el Instituto de Física. Dirijo a usted el presente para suplicarle muy atentamente dé entrada a la solicitud del Instituto de Física en el sentido de que se le conceda uno de los cuartos, para su uso, que quedarán a disposición de la Universidad para la instalación de los aparatos necesarios que el Sr. Dr. Blas Cabrera usará para sus experimentos sobre las propiedades magnéticas de la materia, en la inteligencia de que el ya tiene a su disposición la mayor parte de dichos aparatos." <sup>52</sup>

A dicha petición, la Rectoría contesta afirmativamente, para que el Instituto pueda incrementar sus instalaciones.

El personal del Instituto durante ese año estuvo constituido de la siguiente manera:

**Manuel Sandoval Vallarta<sup>53</sup>, Jefe de Investigadores, con sueldo mensual de \$500.**

**Héctor Uribe, Jefe de Investigadores, con sueldo de \$500.**

**Antonio Romero, Jefe de Investigadores, en las mismas condiciones que los anteriores.**

**Bias Cabrera, Jefe de Investigadores, igual que los anteriores.**

**Manuel L. Perusquía, Jefe de Investigadores, igual que los anteriores.**

**Jaime Lifshitz, Investigador F, con un sueldo mensual de \$300**

**Marcos Moshinsky, Investigador H, con sueldo mensual de \$250**

**Fernando. Alba Andrade, Ayudante de Investigador A, con sueldo mensual de \$150.**

**Juan Hefferan, Ayudante de Investigador B, con sueldo mensual de \$120.**

**Ignacio Linares Lara, Mecánico Especializado, con sueldo mensual de \$400.**

**Indalecio Gómez, Técnico J, con sueldo mensual de \$175.**

**El 23 de enero de 1945, el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, renunció como Director y Jefe de Investigadores. El 20 de abril de ese año, fue nombrado como Director, el Dr. Carlos Graef, por el Rector Genaro Fernández McGregor. El Dr. Graef continuó con este cargo hasta el 13 de febrero de 1957.**

**Al asumir la dirección del Instituto, una de las primeras labores a las que se entregó fue a un replantamiento de las finalidades del mismo, las cuales presentó en los siguientes términos:**

**"a. hacer investigaciones en Física Teórica para aumentar el acervo científico con el que México contribuye a la cultura universal.**

**b. Hacer investigaciones de Física Experimental para proporcionar material para la síntesis científicas de los teóricos.**

**c. Coordinar las actividades del Departamento de Física la Facultad de Ciencias de la UNAM.**

**d. Prestar ayuda técnica a la resolución de problemas de física en la industria.**

**e. Responder a consultas de física industriales, técnicos y público en general.**

**f. Divulgar los conocimientos de la física contemporánea por medio de conferencias, publicaciones y congresos." <sup>54</sup>**

**Las Investigaciones concluidas en el Instituto de Física para el año de 1945 fueron:**

**Antonio Romero Juárez Viscosidad de fluidos. Propagación de ondas de amplitud finita. Fenómenos de resonancia en sistemas no lineales.**

**Fernando Alba Andrade Campo Gravitación de una esfera en rotación en la teoría de Birkhoff. Equilibrio de la atmósfera sola.**

**Marcos Moshinsky Problemas de 4 condiciones a la frontera con características discontinuas. Propagación de una onda plana en medios elásticos.**

**Jaime Lifshitz Chal Órbitas Periódicas en el plano ecuatorial de un dipolo.**

**Dr. Manuel Sandoval Vallarta El espectro de energía en la radiación cósmica primaria. Comparación de las teorías de la relatividad gral. de Einstein y la Teoría de Birkhoff.**

**Dr. Bias Cabrera. Propiedades Magnéticas de las tierra raras.**

**Dr. Carlos Graef F. Cosmología de la Teoría de Birkhoff. Solución en grande de ecuaciones diferenciales de la dinámica. Corrimiento de las rayas espectrales hacia el rojo en la Teoría de Birkhoff.**

Los trabajos de investigación en proceso en el Instituto de Física para ese año fueron:

"Teoría del Movimiento Lunar en la relatividad de Birkhoff. Teoría atómica de la Teoría de Birkhoff. Generalización de la Integral de Fourier a la Teoría de las vibraciones. Topología de las órbitas de la radiación cósmica primaria. Difracción de la luz en orificios de diámetro comparable al de la longitud de onda según la nueva teoría de H.A. Bethe. Propiedades magnéticas de las tierras raras. Estudio de la Metagalaxia en la Teoría de Birkhoff. Aspectos cuánticos de la Teoría de Birkhoff. Órbitas periódicas de la radiación cósmica primaria. Sistema estereoscópico." 56

En cuanto al personal del Instituto, hubo algunos cambios originados por el fallecimiento del Dr. Blas Cabrera, Jefe de Investigadores, ocurrido del 1º de agosto.

Leopoldo Nieto Casas, sustituye al Prof. Blas Cabrera. Leopoldo Nieto realizó la Maestría en Ciencias Físicas en el MIT. Lo recomendó el Dr. Graef, ya que fue su alumno en Mecánica Cuántica y Métodos Matemáticos de la Física, ingresa al cargo con un sueldo de \$500.

Antonio Romero Juárez, continuó como Jefe de Investigadores, en las mismas condiciones que antes, al igual que Manuel L. Perusquía y Héctor Uribe Martínez.

Jaime Lifshitz, continuó como Investigador F, con un sueldo mensual de \$300 u obtuvo una beca de la Fundación Guggenheim en Harvard para continuar sus estudios.

Marcos Moshinsky, ascendió de Investigador H a Investigador G, con un sueldo de \$275, ya era Maestro en Ciencias Físicas de la Facultad de Ciencias.

Fernando Alba Andrade ascendió de Ayudante A a Investigador K, con un sueldo de \$175, ya es Maestro en Ciencias Físicas de la Facultad de Ciencias.

Manuela Garín de Alvarez. ingresó como Investigador K, con un sueldo de \$175.

Juan de Oyarzabal era Ayudante de Investigador B, con un sueldo de \$120.

Ernesto I Orozco, Ayudante de Investigador B, con un sueldo de \$120. Fue un distinguido estudiante de física, ayudante en el Laboratorio de investigaciones magnéticas del Dr. Blas Cabrera.

Indalecio Gómez continuó como Técnico J, e Ignacio Linares Lara como Mecánico Especializado con las mismas condiciones que antes.

En 1945 a siete años de fundado el Instituto de Ciencias Físicas y Matemáticas, ya se había consolidado en un centro de investigación, que empezaba a tener presencia entre la comunidad internacional de físicos y estaba listo para albergar a aquellos que quisieran dedicarse a la Investigación en Física México.

## INSTITUTO DE MATEMÁTICAS

El 17 de junio de 1942, el Lic. Mario de la Cueva, Rector de la UNAM, encargó a D. Alfonso Nápoles Gándara que organizara el Instituto de Matemáticas, que en un breve tiempo sería inaugurado. Recuérdese que este Instituto había estado en planes desde la creación de la Facultad y que incluso, se había creado en 1938 el Instituto de Investigaciones en Ciencias Físicas y Matemáticas, que después se transformó en el Instituto de Física, por razones prácticas, pero que siempre se tuvo presente que debía existir en la Universidad un Instituto de Matemáticas.

D. Alfonso era el Jefe de Departamento de Matemáticas la Facultad de Ciencias, y siempre había luchado por que existiera el Instituto de Matemáticas; además había hecho estudios en el MIT, a donde había asistido becado por la Fundación Guggenheim, siendo el primer mexicano que obtuvo esta beca para realizar estudios de matemáticas, con residencia en su país de origen.

El 1º de agosto de 1942 siendo Rector de la Universidad el Lic. Brito Foucher, se fundó el Instituto de Matemáticas. teniendo como primer director a D. Alfonso, no bramingio que fue muy natural, debido a los antecedentes ya mencionados.

El Rector le envió una carta a D. Alfonso felicitándolo por la iniciación de los trabajos del Instituto y le comentó que haría lo posible por asignar un presupuesto para ese año, aunque fuera módico. De hecho, el presupuesto que se asignó fue de \$2,910, el cual se dividió en \$150 para gastos varios y \$2,760 para sueldos.

Así fue como el 1º de agosto comenzó a trabajar el Instituto de Matemáticas "...en un local de la Escuela Nacional de Ingenieros (Salón 22) puesto a mi disposición (con una pequeña mesa algunas sillas y pizarrón) para uso exclusivo del Instituto por nuestro bueno e inolvidable amigo Ing. D. Mariano Moctezuma, quien siempre me brindo valiosa ayuda y siempre se mostró como un sincero simpatizador y leal cooperador de la formación del Instituto de Matemáticas." <sup>57</sup>

La idea era que el Instituto empezara a trabajar en dos ramas de investigación: Matemáticas puras y Matemáticas aplicadas, la primera con la perspectiva de hacer lo que se hacía en las universidades de prestigio y la segunda como servicio social.

De hecho, el programa de desarrollo para matemáticas puras del Instituto, que presentó D. Alfonso al Rector fue el siguiente:

"La investigación en la matemática pura proyectó organizarla en 3 ramas: Álgebra, Geometría y Análisis, comprendiendo a las diferentes ramas modernas de las matemáticas. Los trabajos de investigación a este respecto se desarrollarán en contacto con algunos de los centros más distinguidos de los Estados Unidos. Los de álgebra en contacto con Birkhoff de la Universidad de Harvard y los de geometría en contacto con Struik del MIT, distinguido amigo mío y a quien me dirijo por escrito." <sup>58</sup>

El 1º de agosto, D. Alfonso le pidió al Rector que le asignara alrededor de \$5000 para comenzar a formar la biblioteca, que ya contaba con algunos volúmenes, pues ya que el Instituto y el Departamento de Matemáticas estaban totalmente vinculados, la biblioteca de uno podría servir al otro. Además se esperaba que en poco adquirir dos bibliotecas importantes, la de Sotero Prieto y la de Antonio Suárez.

D. Alfonso propuso a algunos candidatos para ser investigadores del Instituto, ellos fueron. Carlos Graef, Alberto Barajas, Roberto Vázquez y Enrique Bustamante, los dos últimos se encontraban investigando en la Universidad de Princeton.

Los primeros investigadores del Instituto fueron: Carlos Graef, Alberto Barajas y Roberto Vázquez. Los tres tenían experiencia en investigación, a nivel internacional.

El año de 1943 fue el primer año completo que tuvo el Instituto de Matemáticas, su personal esta integrado por D. Alfonso Nápoles como Director, quien seguiría en ese cargo por 19 años más, y que tenía un sueldo de \$600 mensuales, Alberto Barajas Celis quien era Investigador B y tenía un sueldo mensual de \$400, lo mismo que Roberto Vázquez García, con la categoría de Investigadores F estaban Francisco J. Álvarez y Francisco Zubieta Russi, con un sueldo mensual de \$225 y, por último, Remigio Valdés Gómez, quien era Ayudante de Investigador A y ganaba \$150 mensuales.

No se menciona el presupuesto para ese año, pero el Dr. Sandoval Vallarta, quien, ese año, era vocal de la Comisión impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, pidió al Rector Brito Foucher el aumento de \$2000 en el subsidio al Instituto de Matemáticas, que a su vez había sido pedido por D. Alfonso. Este incremento se aprobó.

En 1943, las áreas de Matemáticas que se trabajaban en el Instituto eran: Matemática pura, a las cuales se dedicaban: Barajas y Vázquez, Lógica y fundamentos, en los que trabajaba Francisco Zubieta y Matemática aplicada que desarrollaba Graef.

Ese año se hizo posible el incremento de volúmenes de la biblioteca, gracias a la compra de la Biblioteca de D. Sotero Prieto, a la donación de la del Mat. Antonio Suárez y el regalo que hicieron algunas Universidades norteamericanas, teniendo 1941 volúmenes de libros y 36 de revistas.

Esa era una etapa de crecimiento académico para la Universidad, en la que se estaba dando mucho impulso a la adquisición de becas en el extranjero para profesores e investigadores de la máxima Casa de Estudios, hecho que el Instituto de Matemáticas aprovechó.

Para 1944 se incrementó el personal del Instituto de Matemáticas, se tuvo por primera vez un Jefe de Investigadores que fue el Dr. Graef, quien tenía un sueldo mensual de \$500. Se encontraban como Investigador A, Alberto Barajas y Roberto Vázquez con un sueldo mensual de \$450. Como Investigador B estaba Francisco Zubieta, con un sueldo de \$400. Como investigador D Javier Barros Sierra, con un sueldo de \$350. Como Investigador

J estaban Francisco J. Álvarez y Valle Flores, con un sueldo de \$300 y había un puesto vacante como investigador J, con un sueldo de \$200 mensuales.

El 21 de octubre de ese año, el Dr. Nabor Carrillo, Coordinador de la Investigación Científica de la Universidad, pidió apoyo al Rector Alfonso Caso, para que el Dr. Graef haga un viaje de intercambio y para que se le otorgue una beca al Prof. Barajas, en una carta den la que dice:

"El Sr. Prof Alberto Barajas Celis, distinguido catedrático de matemáticas la Facultad de Ciencias y uno de los mejores investigadores del Instituto a mi cargo, recibió la beca Guggenheim para el periodo 1944-1945. Tanto el viaje del señor Graef como la otorgamiento de la beca al Sr. Barajas tienen como finalidad principal la de que sigan desarrollando en Harvard los muy importantes trabajos sobre la teoría de la Gravitación de Birkhoff, que comenzaron a desarrollar en este Instituto de Matemáticas a principios de este año, con éxito muy lisonjero, con la colaboración del gran matemático George D. Birkhoff, autor de esta teoría." <sup>59</sup>

Finalmente el Prof. Barajas fue a Harvard y trabajó con Birkhoff, pero lamentablemente este matemático murió a fines del año en Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos, D. Alfonso haciendo referencia a lo ocurrido en una carta al Rector decía lo siguiente:

"... el doctor George David Birkhoff era a su muerte un destacado hombre de ciencia, el más eminente matemático de nuestro hemisferio y uno de los mejores del mundo entero.

A los grandes méritos científicos que tenía el Doctor Birkhoff, debe agregarse el cariño y la efectiva cooperación el progreso de las ciencias exactas en nuestro país, al venir a nuestro Instituto de Matemáticas durante algunos meses para investigar en este centro científico universitario y desarrollar aquí su notable Teoría sobre la Gravitación que dio a conocer al mundo poco antes de morir". <sup>60</sup>

En cuanto a la biblioteca del Instituto, continuó creciendo para ese año, ya que recibió \$4000 de la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica, para compra de libros y revistas, además la Fundación Rockefeller donó 7,500 dólares para la compra de libros y revistas de los Institutos de Matemáticas y Química, no encontré datos de cómo fue la repartición.

El Instituto seguía en crecimiento para 1945, se volvió a incrementar el personal, continuando El Prof. Alfonso Nápoles como Director, el Prof. Carlos Graef como Jefe de investigadores, el Prof Alberto Barajas como Investigador A, al igual que el Prof Roberto Vázquez, el Prof. Francisco Zubieta Russi como Investigador B, el Prof Javier Barros Sierra como Investigador D, el Prof Enrique Valle Flores como Investigador F, al igual que el Prof Francisco J. Álvarez Lizama, Miguel Urquijo Mercado como Investigador J, todos conservando los sueldos mensuales mencionados anteriormente y el último con un sueldo de \$200, además hay una plaza vacante como Investigador F y se presenta como candidato a Félix Recillas Juárez y se sugiere se de licencia con goce de sueldo por un año, como complemento de beca, ya que se encontraba realizando estudios en la Universidad de Princeton, lo cual fue aprobado.

**Para ese año, el Instituto, con los fondos que le habían sido concedidos para gastos bibliotecarios pide la suscripción a varias revistas atrasadas las cuales fueron:**

**School science and mathematics.  
Annals of Mathematics.  
National mathematics magazine.  
Jornal of symbolic logic.  
The mathematic's teacher.  
The annals of mathematical statistics.  
American Jornal of mathematics.  
Scripta mathematica.  
Duke mathematical journal.  
Isis History of Science and Civilization  
Transactions of the american mathematical society  
Bulletin of the american mathematical society.  
American mathematical.**

**Además hace un pedido de revistas "actuales", las cuales son:  
Mathematical Reviews.  
Bulletin of mathematical biophysics.**

**También se mencionan los libros adquiridos por la biblioteca durante ese año, los cuales son:**

**Cálculo.  
Métodos de matemáticas aplicadas.  
Teoría de los números.  
Teoría de Funciones de variable compleja.  
Funciones de Bessel.  
Generales  
Teoría de funciones.  
Teoría de grupos.  
Mecánica estadística.  
Relatividad, termodinámica y cosmología.  
Física estadística.  
Funciones matemáticas de mecánica cuántica.  
Ecuaciones diferenciales ordinarias.  
Ecuaciones diferenciales parciales en física.  
Teoría matemática de elasticidad.  
Transformadas de Laplace.  
Teoría de grupos y mecánica cuántica.  
Series infinitas.  
Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias.  
Movimiento ondulatorio.  
Teoría de ecuaciones.**

**Métodos vectoriales.**  
**Integración.**  
**Álgebra de tensores y matrices.**  
**Análisis matemático.**  
**Matemáticas financieras.**  
**Matemáticas puras.**  
**Cálculo avanzado.**  
**Teoría de probabilidad.**  
**Historia de las matemáticas.**  
**Álgebra superior.**  
**Álgebra avanzada.**  
**Geometría analítica.**  
**Nomografía.**  
**Tensores cartesianos.**  
**Análisis tensorial de redes.**  
**Mathematical map projection.**  
**Geometría de coordenadas.**  
**Secciones cónicas.**  
**Cálculo diferencial e integral.**  
**Invariantes de diferenciales cuadráticas.**  
**Análisis combinatorio.**  
**Curvas de frecuencia y correlación.**  
**Geometría moderna.**  
**Geometría Superior.**  
**Geometría Diferencial.**  
**Geometría Riemanniana.**  
**Integrales de Fourier.**  
**Trigonometría plana.**  
**Tablas de interpolación lagrangiana.**  
**Tablas de Funciones de Bessel.**  
**Tablas de reciprocas de enteros.**  
**Tablas para argumentos radianes de tangente y cotangente circulares e hiperbólicas.**  
**Enciclopedia británica.**  
**Determinantes.**  
**Cálculo de diferencias.**  
**Funciones hipergeométricas.**  
**Funciones trascendentales.**  
**Geometría algebraica.**  
**Topología.**  
**Geometría Proyectiva (no euclidiana)**  
**Geometría Proyectiva**  
**Análisis armónico**  
**Hidrodinámica.**  
**Funciones de variable real.**  
**Educación desarrollo**

Esta lista puede dar al lector una idea de los temas en los que se encontraban interesados los investigadores en matemáticas y es importante observar que el nivel de dificultad de los temas de los libros adquiridos es muy variado, va desde lo muy básico, difícil de imaginar en un Instituto de Matemáticas, hasta temas de frontera.

Esto es a grandes rasgos lo que pasó en el Instituto de Matemáticas durante sus primeros años de vida, este Instituto se caracterizó por crecer poco a poco y ser muy estable durante sus inicios. Al igual que para el caso de física ya estaba listo todo para que aquellos que decidieran dedicar su vida a la Investigación en Matemáticas México pudieran hacerlo.

<sup>1</sup> Los tres nombres aparecen citados en Alarcón, Alicia El Consejo Universitario, Sesiones de 1924 a 1977, Ed. UNAM, México, 1985, no se especifica qué asignación tenía cada uno, pero dado que D. Manuel Sandoval Vallarta no vivía en México y era el sabio más reconocido en el extranjero en estas disciplinas se puede suponer que sería como el Jefe de Grupo honorario, mientras que D. Sotero Prieto y D. Basilio Romo serían los Jefes de Grupo de base en matemáticas y física respectivamente.

<sup>2</sup> Ob. citada Ricardo Monges López, 11-X-46.

<sup>3</sup> En este documento entiéndase término como semestre.

<sup>4</sup> GRAEF FERNÁNDEZ, CARLOS; La Física, Apuntes sin publicar, 1987

<sup>5</sup> Este cuadro fue tomado de Organización, Planes y Programas de Estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad Nacional de México, Edición Fascimular 1935, Ed. Presa de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, 1991 p. 11bis

<sup>6</sup> En este caso no se especifica el Profesor que estará a cargo de la materia.

<sup>7</sup> En este caso no se especifica Profesor ni Textos.

<sup>8</sup> No se especifica quien será el Profesor que impartirá dicha asignatura.

<sup>9</sup> No se especifica quien será el Profesor que impartirá dicha asignatura.

<sup>10</sup> No se especifica quien será el Profesor que impartirá dicha asignatura.

<sup>11</sup> "

<sup>12</sup> "

<sup>13</sup> Ob. citada, Discurso 25 aniversario.

<sup>14</sup> Plan de estudios Facultad de Ciencias, 2-III-36.

<sup>15</sup> Esta materia aparece en el programa de 1934 como Cálculo Tensorial.

<sup>16</sup> Carta al Rector escrita por el Ing. Monges López el 1º-XII-37.

<sup>17</sup> Carta al Consejo Universitario 19-X-36 p. 1, Ing. Monges López.

<sup>18</sup> Carta al Consejo Universitario 19-X-36 p.3, Ing. Monges López.

<sup>19</sup> Si el lector quiere ver la propuesta en forma textual puede encontrarla en el **apéndice**.

<sup>20</sup> En el **apéndice** correspondiente pueden apreciarse los de aquellas carreras que están relacionadas con las matemáticas y la física.

<sup>21</sup> Si el lector quiere consultar el contenido de este plan de estudios puede encontrarlo en el **apéndice** correspondiente al Dictamen.

<sup>22</sup> CESU, Archivo de Rectoría Caja 67 Exp. 673, 94

<sup>23</sup> CESU, Archivo de Rectoría, Caja 1, Expediente 9,12

<sup>24</sup> CESU, Archivo de Rectoría, Caja 67, Expediente 673, 12.

<sup>25</sup> CESU, Archivo de Rectoría, Caja 67, Expediente 673, 12.

<sup>26</sup> CESU, Archivo de Rectoría, Caja 51, exp 496, 9

<sup>27</sup> CESU, Archivo de Rectoría Caja 67, Exp 674, 9

<sup>28</sup> CESU, Archivo de Rectoría, Caja 67 Exp 674, 10

<sup>29</sup> CESU, Archivo de Rectoría Caja 67 Exp. 674, 10

<sup>30</sup> CESU, Archivo de Rectoría Caja 67, Exp. 674, 10

<sup>31</sup> CESU, Archivo de Rect. Caja 67, Exp 676, Reg. 3

<sup>32</sup> CESU, Archivo de Rect. Caja 67 Exp. 676, 3-4

- 
- <sup>33</sup> MONGES LÓPEZ, RICARDO, Carta al Rect. 1ºXII-37, p. 3
- <sup>34</sup> Artículo Alfredo Baños 16-XII-1940, p. 2 y 3.
- <sup>35</sup> Probablemente debiera decir Barreda.
- <sup>36</sup> CESU, Archivo Rectoría. Caja 67 Exp. 673 b, 10475
- <sup>37</sup> CESU, Archivo Rectoría. Caja 1 Exp. 6b,20
- <sup>38</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 1 Exp. 6b, 20
- <sup>39</sup> Alfredo Baños, 16-dic-40, p. 7
- <sup>40</sup> Alfredo Baños, 16-dic-40, p. 3 - 7
- <sup>41</sup> Art. Alfredo Baños, 16-dic 40, p. 9 y 10
- <sup>42</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 863, 15
- <sup>43</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76, Exp. 863,9
- <sup>44</sup> Rect. Caja 26 Exp. 301,130
- <sup>45</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 863, 22
- <sup>46</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76, Exp. 863, 29
- <sup>47</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 863,30
- <sup>48</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 863,34
- <sup>49</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 863, 16
- <sup>50</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 26 Exp. 863, 16
- <sup>51</sup> CRUZ MANJAREZ, HÉCTOR, Breve Reseña Histórica del Instituto de Física, sin publicar, p. 12 - 15
- <sup>52</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 76 Exp. 865,2
- <sup>53</sup> Nótese que tenía la Dirección del Instituto de Física y sin embargo, en nómina aparece como Jefe de Investigadores.
- <sup>54</sup> CRUZ MANJAREZ, HÉCTOR, Breve Reseña Histórica del Instituto de Física, sin publicar, p. 16
- <sup>55</sup> CRUZ MANJAREZ, HÉCTOR, Breve Reseña Histórica del Instituto de Física, sin publicar, p. 17
- <sup>56</sup> "
- <sup>57</sup> CESU, Archivo Rectoría Caja 78 Exp. 916
- <sup>58</sup> Rect. Caja 78 Exp. 916
- <sup>59</sup> CESU, Archivo, Rectoría caja 78 exp 918, 8
- <sup>60</sup> CESU, Archivo, Rectoría caja 78 exp 918, 8

## **CAPÍTULO 6**

### **EVOLUCIÓN DE ALGUNOS CONCEPTOS DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS EN MÉXICO, ENTRE FINES DEL SIGLO XIX Y PRINCIPIOS DEL SIGLO XX**

Además de todos los acontecimientos que ocurrieron a finales del siglo XIX y principios del XX para que en México hubiera altos estudios e investigación en física y matemáticas, también en el terreno de estas ciencias en sí mismas hubo una evolución conceptual que estuvo constituida por dos vertientes principales: una de ellas es la que ocurrió en las comunidades internacionales de físicos y matemáticos: la transformación paradigmática; por otro lado, México recién integrándose a estas comunidades científicas, cambió la mayoría de las conceptualizaciones que tenía en física y matemáticas a nivel microcomunidad, llamaré a ésta, transformación regional.

La transformación paradigmática en la que ocurrieron muchos cambios, obedeció a una paulatina maduración de la percepción del mundo a través de estas ciencias.

La transformación regional fue un salto de varios siglos y, no porque en México hubiera un completo desconocimiento de los conceptos, sino porque el nivel de divulgación que tenían los mismos era muy bajo, sólo unos cuantos conocían las "nuevas teorías" físicas y matemáticas y aquellos que las conocían eran en su mayoría autodidactas.

Como se ha mostrado en los capítulos anteriores, las "nuevas teorías científicas" llegaron hasta la Escuela Nacional Preparatoria, al igual que a la Escuela Nacional de Altos Estudios (después la Facultad de Filosofía y Letras), en donde se dieron los primeros cursos superiores de matemáticas y física que no estaban adscritos a una carrera formal y que, en principio, estaban pensados para cualquiera que quisiera profundizar más en ciertos temas, otro ejemplo importante de divulgación científica fueron las lecciones públicas de la Prepa y mucho después la fundación de la Sección de Matemáticas de la Academia Alzate.

Aunque ciertamente, la divulgación científica en México nunca ha llegado a ser tan extensa como debiera, esos primeros esfuerzos permitieron que la concepción paradigmática a nivel local se transformara. La evolución conceptual que ocurrió en aquella época dentro de la pequeña comunidad científica mexicana, fue de gran trascendencia para llegar al estado en que se encuentran las matemáticas y la física en México actualmente.

El presente capítulo tiene como objetivo dar una primera aproximación de esta evolución a través de los conceptos, definiciones, teoremas que de algunos temas de física y matemáticas fueron presentados en ciertos libros de estas ciencias escritos por mexicanos, a fines del siglo pasado y principios de éste.

La selección de libros la hice de la biblioteca personal de Don Sotero Prieto, que fue vendida al Instituto de Matemáticas después de su muerte; entre éstos hay algunos que llegaron a ser unos verdaderos clásicos en su materia, esto y el hecho de que provengan de la biblioteca personal de quien más sabía de matemáticas y física en México a principios de este siglo, hacen que la selección sea significativa. Es importante mencionar que hice un análisis de todos los libros que se encuentran en dicha biblioteca y el haber seleccionado aquellos escritos por mexicanos, permite un marco de comparación dentro de la comunidad científica local, ya que el haber elegido algún libro sin estas características, lo único que garantizaría sería que D. Sotero lo habría leído, pero no necesariamente que más elementos de la comunidad conocían el tema y que había una divulgación mínima del mismo.

Los libros seleccionados no son los únicos con estas características pero constituyen una muestra suficientemente significativa de algunos temas fundamentales en las áreas aquí estudiadas.

Los libros seleccionados presentados cronológicamente son:

Introducción al Estudio de la Física escrito por Ladislao de la Pascua y publicado en 1870,

Aritmética de los Vectores y Cuaternios, fascículo II, escrito por Pedro Garza y publicado en 1885,

Elementos de Mecánica según el Método de los Vectores escrito por Pedro Garza publicado en 1886,

Lecciones de Termodinámica escrito por Pedro C. Sánchez publicado en 1910.

Nociones Fundamentales de Mecánica escrito por Valentín Gama publicado en 1912,

Explicación Elemental de las Teorías de Einstein de la Relatividad y la Gravitación, escrito por Juan Mateos publicado en 1923.

Los temas aquí tratados están divididos por áreas de estudio y en el caso de ser mencionados en más de uno de los libros aquí presentados, tendrán un análisis comparativo de su evolución cronológica. En caso de sólo ser abordados en alguno de los libros se presentará el concepto que había en ese momento, haciendo comentarios al respecto del mismo.

Hago la aclaración de que este capítulo constituye la primera aproximación que se ha realizado en esta área de la evolución de los conceptos en México en la época aquí estudiada y es tema abierto para muchas otras tesis.

Para contextualizar al lector haré un breve comentario de cada uno de los libros y sus autores aquí analizados.

D. Ladislao de la Pascua, el autor del libro Introducción al Estudio de la Física, fue "Médico, Canónigo de la Colegiata de Guadalupe. Nació en la ciudad de México. Estudió en San Ildefonso. Hizo la carrera de minería y la dejó por la medicina. En ésta se tituló en 1837. Profesor de Física de la Escuela de Medicina por muchos años, lo mismo que en el Colegio Militar y en las Vizcaínas; escribió una Introducción a la Física que fue de los libros más útiles en el siglo XIX en México, por su brevedad y por lo novedoso de la materia. Este libro fue el primero que sirvió de texto para la clase de Física de la Preparatoria, donde el autor dictó esta cátedra. En 1847 formó el cuerpo de

médicos que iba a ser el germen del cuerpo médico militar. Enviudó en 1852 y se dedicó a la vida eclesiástica. Recibió las órdenes en 1854. En 1857 fue cura de Tacubaya, hasta 1866 que lo fue de la Santa Veracruz. En 1868 ingresó a la planta de profesores de la Escuela Nacional Preparatoria. Entró al Cabildo de Guadalupe en 1872 y allí murió.<sup>11</sup>

Su libro *Introducción al Estudio de la Física*, fue sin duda un clásico, por ser el primer libro de Física escrito en México expreso para la cátedra del mismo nombre que se impartía en la Escuela Nacional Preparatoria.

Otros dos de los libros que aquí analizaré son: *Aritmética de los Vectores y Cuaternios*, fascículo II y *Elementos de Mecánica según el Método de los vectores*, escritos por Pedro Garza, ambos libros están estrechamente relacionados, de hecho, mi opinión es que el primero lo escribió para fundamentar matemáticamente lo que haría en el otro, pues en el libro de *Mecánica* todo el tiempo hace referencia a la aritmética de vectores y cuaternios, el cual escribió en 1885, mientras que el de *Mecánica* en 1886, aunque hay que tomar en cuenta que falta el primer fascículo de la *Aritmética de Vectores y Cuaternios*, el cual no pude conseguir.

Pedro Garza fue el primer Doctor en Matemáticas mexicano que habiendo obtenido el grado radicó en nuestro país, su doctorado lo obtuvo en una Universidad francesa en la década de los setentas. Coahuilense de origen, con un profundo amor por su estado y por su país. Esto se puede apreciar en la dedicatoria del primer libro que publicó cuyo título es la *Geometría* y su historia que salió a la luz en 1876 en español en Francia. Éste, su primer libro lo dedicó al Sr. D. Francisco Farias, a quien elogió, sin explicar de qué personaje se trataba, para terminar su dedicatoria escribió:

"Ofreciendo mis primicias literarias á uno de los más ilustres ciudadanos de Coahuila, creo al mismo tiempo rendir un respetuoso homenaje al Estado del inmortal Acuña."<sup>2</sup>

Lamentablemente, ninguno de los dos libros de Pedro Garza analizados aquí, traen algún comentario que pudiera sugerir algo sobre su concepción científica; sin embargo, el libro de *Geometría*, escrito por este autor, el cual mencioné anteriormente, sí cuenta con una introducción que permite apreciar cuáles eran las intenciones de este personaje al escribir libros científicos en español, las cuales pueden observarse en las siguientes citas:

"....confieso ingenuamente que es una tarea bien superior á mis fuerzas, y solo la he emprendido guiado por el deseo de propagar en mi país descubrimientos que deben llenar de satisfacción á todo espíritu dotado del gusto geométrico."<sup>3</sup>

Más adelante agregó:

"Sería, por tanto, de suma utilidad introducir en la enseñanza el estudio de la geometría sintética que desgraciadamente ha sido hasta hoy muy poco cultivada entre nosotros. Ojalá que este libro contribuyese en algo á propagar esta ciencia, ya sea despertando, alguna vocación por la geometría ó bien interesando á otros por la utilidad de estas especulaciones."<sup>4</sup>

A pesar de que los comentarios de Pedro Garza presentados aquí no corresponden a los libros de los que se tratará, es fácil deducir que si continuó escribiendo libros en español acerca de los últimos avances en física y matemáticas diez años después, tenía gran interés por divulgar las ciencias y conseguir más seguidores para estas disciplinas.

También es importante mencionar que Pedro Garza tenía presencia en la comunidad científica de su época, ya que el libro de Mecánica Analítica contiene un opúsculo sobre las Leyes de Kepler, el cual dedicó a D. Ángel Anguiano, quien era el Director del Observatorio Astronómico de Tacubaya.

El tercer autor al que haré referencia se llama Pedro C. Sánchez, él era Ingeniero y daba clases en la ENP, incluso impartió algunas de las Lecciones Públicas en los años setentas del siglo pasado, para cuando escribió su libro: Lecciones de Termodinámica dadas en la Clase de Segundo Curso de Mecánica Aplicada de la ENI, en los años 1908-1909, ya era un experimentado profesor.

Otro libro que, sin duda, fue un clásico de su época es el de Nociones Fundamentales de Mecánica publicado por Valentín Gama en 1912, en esta obra su autor escribió un prefacio con fecha enero de 1911, en el que ponía en contexto al lector con respecto a las intenciones que tuvo al escribir su libro.

"Mi experiencia en algunos años de profesorado, puesta en presencia de lo que en mí mismo he podido observar, me induce á tener por cierto que realmente no se comprenden bien esas cosas por más que se reciten con mayor ó menor exactitud las definiciones.....

Llevar al estudiante paso á paso por el camino seguido por los creadores de la ciencia, á los grandes principios de aquélla, les producirá menos asombro, pero sin duda despertará en ellos más interés.

Cuando se nos expone la ciencia dogmáticamente, se nos enseñan verdades que sin duda nos pueden ser útiles cuando, históricamente, sabemos como han sido encontradas; vemos, por decirlo así trabajar á los que la han creado y ese acercamiento á los grandes investigadores, ese contacto con ellos, no puede menos que sernos fecundo.

No creemos que haya mejor lección de lógica que esa; ya no se trata de fórmulas abstractas que recitar, sino de ejemplos vivientes que imitar."<sup>5</sup>

Otro aspecto importante que mencionó D. Valentín en su prefacio es el de la bibliografía con la que se contaba en México hasta poco antes de que escribiera su libro, aunque no dice cuándo aumentó el acervo bibliográfico.

"Por mucho tiempo no tuvimos á mano más que las grandiosas obras de Galileo que posee la Sociedad Alzate y los Principios de Filosofía Natural de Newton. Hasta que llegaron á nuestras manos la obra de Mach sobre el desarrollo de la Historia de la Mecánica y sucesivamente la Historia de las Ciencias de Whewell, los Orígenes de la Estática de P. Duken y la Evolución de la Mecánica del mismo...hemos hallado valiosísima ayuda en la obra de M. E. Juguet titulada Lecturas de Mecánica."<sup>6</sup>

D. Valentín Gama entre los ingenieros se destacó por tener gran interés por la física y las matemáticas en sí, definitivamente tenía la formación de un ingeniero, de hecho cuando escribió el libro aquí analizado, era Profesor de la

cátedra de Mecánica General en la ENI. D. Valentín llegó a ser el Decano de la Subsección de Ciencias Físicas en la ENAE, en donde dio algunos cursos libres, lo cual muestra su interés por estas ciencias más allá de una aplicación ingenieril.

El 29 de julio de 1933 en el periódico el Nacional, entre los artículos que se publicaron sobre ciencia, hubo uno dedicado al libro de Mecánica de Gama, cuyo título era: Una joya de la literatura nacional, el cual fue escrito por Agustín Aragón Leiva, en el que decía:

"Libro de tan variados matices como facetas tiene un brillante, esta Mecánica, compuesta para texto de los alumnos de la gloriosa Escuela Nacional de Ingenieros, por sugestión del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes, pero en gesta por el lento correr de una década, ocupa un lugar culminante en la historia de la Literatura Mexicana...."

La Mecánica de Valentín Gama es una novela intelectual y al mismo tiempo una biografía de la ciencia del equilibrio y del movimiento, desde sus remotos principios en que lo abstracto se encuentra fuertemente dominado por lo concreto, hasta el presente de elevada emancipación mental.

Libro que debe figurar como uno de los clásicos en las bibliotecas de la juventud...."<sup>7</sup>

Esta es una clara muestra de lo que llegó a pensarse del libro de Mecánica de Gama. En el artículo antes mencionado, además se elogia la claridad con la que su autor escribía acerca de temas difíciles de divulgar, característica que puede valorarse al leer la obra.

El último libro por comentar en términos generales es el escrito por Juan Mateos titulado: "Explicación Elemental de las Teorías de Einstein sobre la Relatividad y la Gravitación, que es el primer tomo de la Biblioteca Mexicana de Difusión Científica, la colección de esta serie de libros estaba organizada por Agustín Aragón, quien en la presentación de la Biblioteca dijo:

"Comunidad de ideas e iguales aficiones al estudio, idénticos entusiasmos por la verdad y por la patria, nos ligaron a Juan Mateos y a mí desde hace largos años; y tales ligas, nacidas al calor de los ambientes intelectuales en que vivimos en nuestra adolescencia -la Escuela Nacional Preparatoria y la Escuela Nacional de Ingenieros- en vez de amenguarlas el tiempo y el vendaval de la revolución, las han afirmado, acrecentándolas de continuo modo.

En conversaciones provocadas y en accidentales encuentros, más de una vez hemos departido Mateos y yo acerca de la necesidad de difundir ciertos conocimientos en México y de las ventajas de efectuarlo desde el punto de vista de los inestimables bienes que recibe toda sociedad cuando a ella se presentan en forma clara y concisa, las luces de las verdades demostrables. He aquí la génesis de la biblioteca que hoy se inaugura y a la que da principio, para predicar con el ejemplo y con la palabra, un tomo importantísimo del propio señor Mateos."<sup>8</sup>

No es mucho lo que logré averiguar de Juan Mateos, salvo aquello que el propio Aragón dijo, quiero resaltar su interés por la divulgación científica, que es una de las características que tienen en común todos los autores aquí seleccionados.

Para finalizar con los comentarios generales acerca de los libros quiero hacer una observación importante: los libros son muy diferentes entre sí, fueron

escritos con niveles de dificultad muy variados, para hacer el análisis comparativo de la evolución de los conceptos, estoy extrayendo la idea que representan los mismos, a partir de las definiciones, teoremas y comentarios que los autores escribieron, más allá de considerar las distintas formas de presentarlos.

### **Vectores y Cuaternios**

Esta sección del capítulo está conformada por los conceptos fundamentales de matemáticas en los que se basan algunos de los temas de física que serán analizados posteriormente.

Los vectores y cuaternios fueron ocupados por Pedro Garza en 1886 para fundamentar matemáticamente el libro de Mecánica que escribió. En el momento que fueron escritos los dos libros de Pedro Garza aquí analizados, éste era un tema muy novedoso, con un alto grado de dificultad, y constituía una herramienta muy poderosa para el estudio de algunos temas de física. Los vectores y cuaternios en esa época no fueron muy difundidos en la comunidad internacional, no cualquier matemático o físico conocía la aritmética de vectores y cuaternios, su significado y la forma de ocuparlos en mecánica.

Comenzaré por presentar las principales definiciones relacionadas con vectores y cuaternios, los métodos para operarlos y los teoremas más importantes que fundamentan la validez de su aritmética; todo ello apegándome al contenido del libro de Aritmética de Vectores y Cuaternios fascículo II escrito por Pedro Garza en 1885.

Aunque en la actualidad se conoce el término vector y existe cierta relación entre lo que se entiende hoy por vector y lo que se entendía hace 110 años, recomiendo al lector que cuando se mencione dicho término en este capítulo, no caiga en la tentación de imaginar lo que su entendimiento matemático le ha llevado a conceptualizar por vector, pues de hacerlo tendrá dificultades para comprender algunas de las proposiciones que aquí se presentan.

La teoría de vectores y cuaternios que se describirá a continuación, conceptualmente es la original de Hamilton; la cual, según escribió el autor, en algunos casos se presentó tal cual, en otros la forma que adquirió fue la que le habían dado algunos autores a quienes Garza había leído, de los que no se mencionaron sus nombres, y por último, hay aportaciones originales que realizó Pedro Garza.

Recuérdese que se analizará únicamente el fascículo II de la Aritmética de Vectores y Cuaternios, lo que implica que los contenidos del fascículo I no se presentarán de manera explícita. Ese primer fascículo contenía la definición de vectores y los métodos para realizar la suma y resta de los mismos; estos contenidos se podrían reconstruir al analizar la Mecánica Analítica de Pedro Garza, ya que en ella hacía referencia a los vectores como sinónimo de fuerzas que pueden ser representadas por una traslación. Sin embargo lo que, para mí, lo realmente novedoso es el producto y cociente de vectores, lo cual

está comprendido en el fascículo II y por lo tanto lo tomaré como punto de partida.

Pedro Garza inició su publicación con la definición de biradial y algunas características de los mismos.

"El cociente de dos vectores coinciales se llama un biradial. (Si no son coinciales, ya hemos visto que sin alterar su valor, se les puede trasladar de modo que lo sean).

Cuando todos los vectores de varios biradiales, están en un mismo plano, los biradiales son isoplanos.

Un biradial es rectangular ú oblicuo según que sus dos vectores formen ángulo recto ú oblicuo.

El ángulo de los vectores del biradial se llama argumento del biradial.

El módulo del biradial es el cociente de los módulos de los dos vectores.

El punto de donde parten los dos vectores se llama centro del biradial.

El argumento del biradial siempre se mide partiendo del vector divisor hacia el dividendo." <sup>9</sup>

Después expuso la construcción geométrica del eje de un biradial.

"Consideremos el biradial  $\frac{\overline{OB}}{\overline{OA}}$

Trácese por (O) la recta (POP') perpendicular al plano de los dos vectores que forman el biradial.

Spongamos ahora un nadador que se mueva sobre el arco (AB) del Biradial y con la cara vuelta hácia el centro (O) del biradial.

Tómese el segmento

$OP=1$

situado hácia la izquierda del nadador.

$\overline{OP}$  se llama el eje positivo ó simplemente el eje del biradial; y el segmento

$OP'=1$

es su eje negativo.

También podemos expresar el resultado obtenido, diciendo que el eje  $\overline{OP}$  de un

biradial  $\frac{\overline{OB}}{\overline{OA}}$ , es un vector unitario caracterizado por las dos condiciones siguientes:

1o. Es perpendicular al plano del biradial. 2o. Un observador confundido con el eje (OP) y con los piés sobre el centro del biradial, vería tomado el argumento (AB) del biradial en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj." <sup>10</sup>

Después se muestra la forma de expresar un vector en función de un sistema de coordenadas rectangulares, cuyos ejes se encuentren en el mismo plano en el que está el vector y a partir de esta representación se deduce una expresión para los biradiales. Esto es uno de los puntos principales de la aritmética de vectores y cuaternios.

"Sean (ox) (oy) dos ejes rectangulares de referencia y por el punto (R) bajemos la perpendicular (RP), tendríamos llamando (A) el ángulo (ROX):

$$\overline{OR} = \overline{OP} + \overline{PR} = OP\alpha_1 + PR\beta_1 = OR(\alpha_1 \cos A + \beta_1 \operatorname{sen} A)$$

Haciendo

$$\frac{\beta_1}{\alpha_1} = \gamma_1$$

y dividiendo la ecuación por la cantidad arbitraria (OB), resultaría:

$$\frac{\overline{OR}}{OB\alpha} = \frac{\overline{OR}}{OB} = \frac{OR}{OB} (\cos A + \overline{\gamma}_1 \operatorname{sen} A)$$

Todo biradial puede ponerse de esta forma." 11

En este punto se aclaró que  $\overline{\gamma}$  es una cantidad vectorial, porque si no lo fuera esto implicaría que los vectores  $\overline{\alpha}, \overline{\beta}$  son colineales o paralelos. Esto viene de que  $\frac{\overline{\alpha}}{\alpha} = 1$ , y si un cociente es una cantidad algebraica, como le llama Pedro Garza, esto implica que  $\beta$  debiera ser un múltiplo de  $\alpha$ , de donde éstos resultarían colineales o paralelos.

"El módulo del vector  $\overline{\gamma}$  será la unidad, pues el módulo del biradial  $\frac{\overline{\beta}_1}{\alpha_1}$  es igualmente la unidad." 12

Se llama  $\cos A + \overline{\gamma} \operatorname{sen} A$  versor del biradial.

Esto quiere decir que cualquier biradial se puede expresar por medio del producto de su versor por su módulo. Cualquier biradial se representa por su vectante y su desvectante, las cuales se definen:

"En la expresión  $m(\cos A + \overline{\gamma} \operatorname{sen} A)$  la parte algebraica  $m \cos A$  se llama desvectante y la parte  $\overline{\gamma} m \operatorname{sen} A$  es la vectante del biradial." 13

La notación que se ocupa para representar la desvectante y la vectante de un biradial, respectivamente es:

$$\Delta[m(\cos A + \overline{\gamma} \operatorname{sen} A)] = m \cos A$$

$$V[m(\cos A + \overline{\gamma} \operatorname{sen} A)] = \overline{\gamma} m \operatorname{sen} A$$

A continuación se presenta la definición de biradiales y vectores conjugados, en donde se tiene que si  $A$  es el ángulo que forman los vectores que conforman un biradial  $\frac{OR}{OB}$  y  $\overline{OR}$  es el vector igual y simétrico a  $\overline{OR}$  su biradial conjugado estará conformado por  $\frac{\overline{OR}}{OB}$  y su ángulo será  $-A$ .

Después viene una demostración para calcular el valor del vector  $\overline{\gamma}$ , la cual según Pedro Garza pertenece a él mismo.

Si se tienen las coordenadas rectangulares (ox) y (oy), si (ox') es el vector simétrico con respecto a (oy) que se encuentra sobre el mismo eje, entonces se tiene:

$$ox:oy::oy:ox'$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{\overline{\alpha_1}}{\overline{\beta_1}} &= \frac{\overline{\beta_1}}{-\overline{\alpha_1}} = -\frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\alpha_1}} = -\overline{\gamma_1} \\ \therefore -\frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\alpha_1}} &= \frac{\overline{\alpha_1}}{\overline{\beta_1}} = 1 + \frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\alpha_1}} \\ \therefore -\overline{\gamma_1} &= \frac{1}{\overline{\gamma_1}} \\ \therefore -\overline{\gamma_1}^2 &= -1 \\ \therefore \overline{\gamma_1} &= \sqrt{-1} = \frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\alpha_1}} \text{ " 14} \end{aligned}$$

Entonces, en términos actuales se llega a que un biradial representa un número complejo, cuya desvectante es la parte real y su vectante la parte imaginaria.

Continuó el autor demostrando que  $\overline{\gamma}$  es perpendicular tanto a  $\overline{\alpha}$  como a  $\overline{\beta}$  y por lo tanto al plano del biradial, por lo cual es el eje del biradial formado por  $\overline{\alpha}$  y  $\overline{\beta}$ .

Más adelante, utilizando los conceptos hasta aquí vistos, se definió el producto de vectores de la siguiente manera: Si  $\overline{\alpha}, \overline{\beta}, \overline{\gamma}$  son tres vectores unitarios, perpendiculares entre sí, se tiene:

$$\begin{aligned} \overline{\gamma_1} \cdot \overline{\alpha_1} &= \overline{\beta_1} \\ \overline{\beta_1} \cdot \overline{\gamma_1} &= \overline{\alpha_1} \\ \overline{\alpha_1} \cdot \overline{\beta_1} &= \overline{\gamma_1} \end{aligned}$$

Se interpreta hacer girar multiplicando en derredor del multiplicador  $90^\circ$ , en sentido positivo y en un plano perpendicular al multiplicador.

Si los vectores no son unitarios, el módulo del producto es igual al producto de los módulos.

En donde  $\overline{\alpha}, \overline{\beta}, \overline{\gamma}$  son los vectores unitarios en las direcciones x,y,z de las coordenadas rectangulares respectivamente. Esto quiere decir, que funcionan como i,j,k en el producto cruz y el resultado del producto de vectores geoméricamente se puede ver como un vector perpendicular a los vectores originales.

Como cada vector puede descomponerse en sus componentes rectangulares, se tiene que con la definición anterior, se puede calcular el producto de cualesquiera dos vectores.

A partir de la definición del producto de vectores se puede llegar a lo que es un grupo cíclico positivo, que fue presentado en la Aritmética de Vectores y cuaternios de la siguiente forma:

"Cada uno de los grupos  $(\overline{\alpha}, \overline{\beta}), (\overline{\alpha}, \overline{\beta}, \overline{\gamma}), (\overline{\beta}, \overline{\gamma}), (\overline{\gamma}, \overline{\alpha}), (\overline{\gamma}, \overline{\alpha}, \overline{\beta})$  en los que los vectores se suceden siempre en sentido positivo, se llama "grupo cíclico positivo" cuando dos vectores se multiplican en orden cíclico positivo, el vector producto es positivo, y de lo contrario es negativo." <sup>15</sup>

Después se presentó la división de vectores como la operación inversa del producto, por lo cual para calcular el cociente de dos vectores se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\alpha_1}} &= \overline{\gamma_1} & \frac{\overline{\alpha_1}}{\overline{\beta_1}} &= -\overline{\gamma_1} \\ \frac{\overline{\gamma_1}}{\overline{\beta_1}} &= \overline{\alpha_1} & \frac{\overline{\beta_1}}{\overline{\gamma_1}} &= -\overline{\alpha_1} \\ \frac{\overline{\alpha_1}}{\overline{\gamma_1}} &= \overline{\beta_1} & \frac{\overline{\gamma_1}}{\overline{\alpha_1}} &= -\overline{\beta_1} \end{aligned}$$

"Para dividir un vector unitario, por otro perpendicular y unitario, se hace girar el divisor 90° negativamente en alrededor del dividendo, y el vector que resulte de esta rotación será el cociente de los dos vectores dados.

Si los vectores perpendiculares no fuesen unitarios, el vector cociente se encontraría por la misma rotación, pero su módulo será el cociente que resulte de dividir el módulo del dividendo por el del divisor." 16

De acuerdo a la presentación de Pedro Garza, la relación que existe entre la multiplicación y la división de vectores es:

"Una división de vectores es igual a una multiplicación, pero tomando el divisor por el multiplicador el dividendo por el multiplicando. Recíprocamente: una multiplicación puede obtenerse por medio de una división, para lo cual se tomará al multiplicando como dividendo y al multiplicador como divisor." 17

Las operaciones entre vectores llevan directamente a los tipos de biradiales, definidos en función de la operación que los generó.

"De manera que llamaremos biradial a un producto ó a un cociente de dos vectores. A los de la primera clase, los llamaremos biradiales productos y a los otros, biradiales cocientes." 18

Para proseguir con la aritmética se define qué es un cuaternio del siguiente modo:

"A los biradiales se les llama también Cuaternios, es decir, expresiones compuestas de cuatro términos, esencialmente distintos.

Demostración

Sea un biradial  $\frac{\overline{c}}{\varphi} = \delta + \overline{OV}$  sean x,y,z las coordenadas del punto V en los ejes

OA,OB,OC perpendiculares, entonces  $\overline{OV} = \overline{Om} + \overline{mV} = \overline{Oa} + \overline{am} + \overline{mV} = \overline{x} + \overline{y} + \overline{z}$  y esto

implica que  $\frac{\overline{c}}{\varphi} = \delta + \overline{x} + \overline{y} + \overline{z}$  " 19

Más adelante hay un tema que lleva por título "Representación de un biradial por cantidades exponenciales, en el que se dice lo siguiente:

"Consideremos un biradial  $\cos A + \sqrt{-1} \operatorname{sen} A$  haciendo  $A = \frac{\pi}{2}$   $\cos \frac{\pi}{2} + \sqrt{-1} \operatorname{sen} \frac{\pi}{2} = \sqrt{-1}$

elevando á la potencia  $\frac{2A}{\pi}$  se obtiene que  $(\gamma_1)^{\frac{2A}{\pi}} = \left( (\gamma_1)^{\frac{2}{\pi}} \right)^A$  sustituyendo  $\sqrt{-1} = \sqrt{-1}$

se tiene  $\left( \sqrt{-1}^{\frac{2}{\pi}} \right)^A$  Si hacemos el ángulo recto igual á la unidad angular, tenemos  $\frac{\pi}{2} = 1$

Por lo tanto  $\cos A + \sqrt{-1} \operatorname{sen} A = (\gamma_1)^A$  Esta fórmula nos está demostrando que: en un biradial unitario, el argumento es el logaritmo del biradial. La base del sistema es el eje del biradial. Como todos los biradiales situados en un mismo plano, tienen un eje común, resulta que todos los biradiales isoplanos, tienen una misma base, en el sistema de logaritmos vectoriales. De manera que los cuaternios unitarios son cantidades, cuyos logaritmos son los argumentos de los cuaternios y el eje del cuaternio es la base del sistema logarítmico." 20

Para finalizar con la aritmética de vectores y cuaternios, expondré dos operaciones que vale la pena considerar, éstas son extraer la raíz n-ésima a un biradial y obtener el recíproco (inverso multiplicativo). Para poder saber cómo calcular la raíz n-ésima de un biradial expresado por su módulo y versor es indispensable conocer cuál es el método para calcular el producto de dos biradiales expresados de la misma forma, para esto se tiene:

"El módulo de un producto de dos biradiales, es igual al producto de los módulos de los biradiales. Además, el argumento del producto es igual á la suma de los argumentos de los biradiales factores.

Para extraer la raíz (p) á un biradial unitario, bastará formar un biradial unitario que tenga por argumento el del biradial dado dividido por la raíz. Si el biradial dado tuviera un módulo (m), el biradial raíz tendrá evidentemente por módulo la raíz (p) de (m)." 21

"Se tienen los biradiales

$$\frac{\overline{OR}}{\overline{OB}} = \frac{OR}{OB} (\cos A + \sqrt{-1} \operatorname{sen} A)$$

$$\frac{\overline{OB}}{\overline{OR}} = \frac{OB}{OR} (\cos(-A) + \sqrt{-1} \operatorname{sen}(-A)) = \frac{\overline{OR}}{\overline{OB}} = \frac{OB}{OR} (\cos A + \sqrt{-1} \operatorname{sen} A),$$

$$\frac{\overline{OB}}{\overline{OR}} = 1 + \frac{\overline{OR}}{\overline{OB}}$$

a estos se les llama biradiales conjugados." 22

Como se dijo al inicio, el libro de Mecánica Analítica de Pedro Garza utilizó esta aritmética para operar sobre los objetos físicos, también se puede ver que el concepto de vector no es el mismo que se tiene en la actualidad, el único autor, además de Garza que menciona a los vectores es Valentín Gama; pero solamente los define como se presenta a continuación:

"Una línea de longitud determinada, que tenga una dirección definida por los ángulos que hace con direcciones fijas, y un sentido que será el de un móvil que se suponga la recorre; se llama vector." 23

Con esta definición cierro el tema de vectores y cuaternios, no sin antes comentar que, parece ser que, esta última definición se aproxima más a la definición actual de vector.

## **Física**

En el terreno de la Física propiamente dicho comenzaré por comparar las diferentes perspectivas que de esta ciencia se tuvieron a lo largo del tiempo, citaré por principio a D. Ladislao de la Pascua, quien comenzó su libro de Introducción al Estudio de la Física, justo con la siguiente definición:

"La Física, llamada también Filosofía natural, considerada en toda su estensión, es la ciencia que se ocupa del estudio de todos los cuerpos de la naturaleza; los describe, da á conocer sus propiedades generales y particulares, sus acciones recíprocas, los fenómenos que presentan, y las leyes bajo las cuales se verifican estos fenómenos." <sup>24</sup>

Después de haber hecho referencia a las divisiones de las ciencias naturales entre aquellas que estudian los cuerpos orgánicos y los inorgánicos, y aclarado que a estos últimos los estudian la Astronomía y la Física, la primera tratando lo extraterrestre, dijo:

"Quedó así la Física reducida al estudio de los cuerpos inorgánicos terrestres, y se subdividió en tres partes: la Geología que comprende la Mineralogía, y se ocupa de clasificar cuerpos inertes de que está compuesto el globo de la tierra; la Química, que se puede considerar como la Anatomía inorgánica, que los descompone y estudia las leyes de sus combinaciones; y la Física propiamente dicha, que se ocupa especialmente del estudio de las propiedades generales de la materia, de la acción que los cuerpos ejercen unos sobre otros sin alterar su naturaleza íntima, y de las acciones que sobre ellos ejercen el calor, la luz, la electricidad y el magnetismo." <sup>25</sup>

Para completar su definición presentó el significado de fenómeno e hizo referencia a lo que son las leyes físicas.

"Se llama fenómeno a todo cambio verificado en el estado de un cuerpo. Estos cambios no pueden producirse en la materia sin una causa que los determine; el físico debe buscar las relaciones constantes que existen entre los efectos producidos y sus causas, ó en general entre dos elementos de diferente naturaleza, cuyas relaciones constituyen las *leyes físicas*." <sup>26</sup>

Más adelante hizo mención de los métodos que emplea la Física, refiriéndose a lo que llamó: Física Experimental y Física Matemática.

"El arte de experimentar consiste en reproducir artificialmente los fenómenos naturales para aislar en cuanto es posible cada causa y su efecto por medio de máquinas o aparatos que los hombres han inventado, y cuyo estudio forma lo que antes se llamaba Física Experimental."

"Los métodos analíticos generales por los cuales se espresan en matemáticas por una sola fórmula todos los casos posibles que pueden darse en la relación de dos ó mas cantidades, han sido aplicados con el mejor resultado al estudio de la naturaleza, y las

leyes experimentales, traducidas al idioma algebraico, han sido aplicadas por este medio multitud de hechos nuevos que no se habían previsto, pero que el cálculo ha indicado y la experiencia ha confirmado satisfactoriamente: he aquí lo que forma la Física Matemática." 27

La forma como Ladislao de la Pascua se expresó de la Física era muy innovadora en México, recuérdese que en esos años empezaba a impregnarse el ámbito educativo de las ciencias y su método. Sin embargo su visión de la Física Matemática era desproporcionada ya que pretendía que en una fórmula se conjugaran todos los casos posibles de un fenómeno: aunque esta visión no era privativa del autor, sino que representó una tendencia propia de aquella época.

Entre los otros libros seleccionados no existe ninguno que esté dedicado al estudio de la Física de forma general, sino que abarcan apenas alguna de sus ramas, por lo cual no existe, en ninguno de los textos, una preocupación por definir a esta ciencia. Sin embargo, Valentín Gama en su libro *Nociones Fundamentales de Mecánica*, escribió un apéndice que lleva por título: *Definición y División de la Mecánica*, en el cual para poner en contexto a la *Mecánica* como una rama de la Física decía:

"Según las ideas que hoy corren con más prestigio entre los que se ocupan de la filosofía de las ciencias, una teoría física, es un conjunto de proposiciones lógicamente deducidas de un pequeño número de principios que representan lo que pasa en los casos que nos ha sido dado observar."<sup>28</sup>

A pesar de no ser una definición como tal, se puede apreciar cómo evolucionó en cuarenta y dos años la manera de concebir a la Física: es importante tomar en cuenta que la primera década de este siglo fue una etapa de muchos cuestionamientos para esta ciencia, porque se caían las verdades absolutas que habían sido fundamento durante algunos siglos, había que extremar las precauciones lógicas para validar hipótesis y teorías, de lo cual comentó D. Valentín Gama.

"Es conocida la frase de Newton "yo no hago hipótesis," lo que parece contrario á lo que hemos dicho antes; pero en otro lugar hemos observado que parece que Newton se refiere á las hipótesis en las que para explicar los fenómenos se hacen intervenir cuerpos cuya existencia no nos revelan los sentidos, y más aún á los que se les atribuye propiedades extraordinarias; tales son esos fluidos impalpables é *imponderables* á los que se recurre para la explicación de los fenómenos eléctricos; el éter, á cuyas vibraciones se atribuyen los fenómenos luminosos y por modificaciones del cual Maxwell explica los fenómenos eléctricos y electro-magnéticos; y finalmente, los electrones, base de la moderna *teoría de los electrones*. A las hipótesis en las que intervienen esa clase de cuerpos y que tienen por objeto darnos una imagen de los fenómenos físicos á semejanza de los mecánicos son llamados por los lógicos *ficciones representativas*, los físicos las llaman hoy imágenes.

Aunque una de esas *ficciones* ó *imágenes* nos explique todos los hechos, no debemos considerarla por eso como la expresión de la realidad, pues lógicamente de premisas falsas se pueden deducir consecuencias verdaderas."<sup>29</sup>

Como se mencionó al principio de este capítulo, Gama en su libro presentó los conceptos desde un punto de vista histórico. Los juicios que emitió acerca de cada una de las épocas por las que cruzó permiten tener una idea de la perspectiva que se tenía de la Física y de la gran importancia que se les daba al método y al razonamiento científico, de los cuales hizo diversos comentarios. Probablemente los más significativos sean los referentes a Galileo y Newton, del primero de ellos escribió:

:"Galileo pretende justificar las ideas que lo guiaron en la elección de la hipótesis que le sirvió de punto de partida para sus experiencias. La ciencia moderna rechaza sus razonamientos, pero admite su método de investigación."<sup>30</sup>  
Uno de los rasgos salientes del espíritu de Galileo... consiste en buscar cómo *pasan* las cosas, no el *por qué*, la causa de ellas."<sup>31</sup>

Después menciona las Reglas para Razonar en Física, de Newton; a las que, según Gama, se ajustó el científico inglés al realizar sus investigaciones, éstas son:

"I No deben de admitirse otras causas de las cosas naturales, que aquellas que son suficientes para explicar los fenómenos que presentan esas cosas.

II Por consiguiente, á efectos de la misma clase debemos de asignar, en tanto que sea posible las mismas causas; ejemplo, á la respiración á los hombres y á los animales; la caída de las piedras en Europa y en América á la luz de nuestros hogares y á la del Sol; á la reflexión de la luz sobre la Tierra y sobre los planetas.

III Aquellas cualidades de los cuerpos que no pueden ni aumentarse ni disminuirse, y que pertenecen á todos los cuerpos al alcance de nuestra experiencia, deben ser consideradas como cualidades universales de todos los cuerpos. (extensión, impenetrabilidad, inercia, la gravitación).

IV En la filosofía experimental las proposiciones sacadas de los fenómenos por inducción, deben ser consideradas, á pesar de las hipótesis contrarias, como verdaderas, exacta ó aproximadamente, hasta que algunos otros fenómenos las confirmen completamente ó hagan ver que están sujetas á excepciones. Porque una hipótesis no puede anular, ni aún debilitar los razonamientos fundados en inducciones sacadas de la experiencia."<sup>32</sup>

Como puede observarse en el párrafo anterior existe un marcado énfasis en tratar las causas de los fenómenos lo estrictamente indispensable y en reducir el razonamiento a aquello que pueda experimentarse. Hay un comentario de Gama, que desde mi perspectiva, es fundamental para marcar la diferencia entre la forma como se veía la Física en 1870 y en 1912, éste es:

"Afortunadamente para la ciencia, Newton consagró de preferencia su admirable sagacidad é ingenio á deducir las consecuencias del principio de la gravitación, comprobándolas siempre con los hechos, y no á la investigación de su causa."<sup>33</sup>

Mientras que Ladislao había dicho: "el físico debe buscar las relaciones constantes que existen entre los efectos producidos y sus causas". Es así como, durante casi medio siglo se había dado a conocer lo que era la Física (de modo general) en las Escuelas en México y, a su vez, se había

transformado la Física de una filosofía en una ciencia en el sentido moderno. Esta transformación ocurrió a nivel mundial, pero muy probablemente el tiempo que duró fue muy distinto en México y en otras partes del mundo, en donde ya se había profesionalizado dicha ciencia.

### **Mecánica**

A continuación haré un análisis de la evolución del concepto de Mecánica, para lo cual transcribiré la definición que de ésta dieron Ladislao de la Pascua y Valentín Gama, los únicos que dedicaron algunas páginas de sus textos a estos asuntos. Haré esta presentación de manera cronológica, por lo que toca el turno a D. Ladislao de la Pascua, quien la definió del siguiente modo:

"Se llama Mecánica á la parte de la Física que trata del movimiento y equilibrio de los cuerpos. Se divide en cuatro partes, que son: Estática, Dinámica, Hidrostática é Hidrodinámica. Estática es la parte de la Mecánica que trata del equilibrio de los cuerpos sólidos; Dinámica la que trata de su movimiento; Hidrostática la que estudia el equilibrio de los líquidos y gases, é Hidrodinámica la que se ocupa de su movimiento....Estas ciencias han adquirido un desarrollo considerable, tanto en su estudio especulativo que forma lo que se llama Mecánica racional, como en sus aplicaciones á las artes, que constituyen la Mecánica aplicada....Aquí nos limitaremos á inculcar solamente los principios generales necesarios para el estudio de la Física."<sup>34</sup>

Por otro lado, Gama escribió la siguiente definición:

"La mecánica se ocupa de las condiciones de equilibrio de las fuerzas y de los movimientos que determinan.  
La mecánica es considerada con frecuencia como una rama de las Matemáticas. Es verdad que como éstas es un ciencia abstracta, pero este carácter lo comparte también con la Física que es colocada entre las ciencias naturales. Si nos dejamos guiar por la manera como la Mecánica es expuesta le encontramos una gran semejanza con la Geometría. Se establece un conjunto de definiciones y axiomas ó principios irreductibles de los cuales se deducen una serie de consecuencias lógicas, de teoremas que forman ese vasto cuerpo de conocimientos al que damos el nombre de Mecánica. Pero si consideramos como fué hecha la Geometría y como la Mecánica, encontraríamos que ésta última tiene mayores analogías con las ciencias naturales, que con la primera."<sup>35</sup>

Además Gama también presentó las partes en las que se dividía la Mecánica, de la cual escribió:

"La división que los diferentes autores hacen de esta ciencia, depende del sistema que adoptan para exponerla. Los que estudian el equilibrio independientemente del movimiento, dividen la Mecánica en tres partes: Cinemática, Estática y Dinámica. Pero algunos autores consideran, ateniéndose tal vez a la etimología de la palabra, que la Dinámica no se ocupa solamente de las leyes de transmisión ó comunicación del movimiento, ó de los movimientos producidos por las fuerzas, sino de todos los efectos producidos por éstas, y comprenden dentro de ella la Estática, dando el nombre de Cinética á la parte de la Dinámica que se ocupa de los movimientos."<sup>36</sup>

En cuanto a la definición de Mecánica parece no haber sufrido ninguna transformación en este periodo de tiempo, sin embargo las divisiones de la Mecánica sí. Por un lado en 1870 se consideraban la Hidrostática e Hidrodinámica como parte de la Mecánica, lo cual parece haber cambiado para 1886, pues en el libro de Mecánica Analítica de Pedro Garza sólo se estudian los cuerpos sólidos y en 1912 en la división de la Mecánica presentada por Gama, el cambio es un hecho, pues se hace referencia a la Cinemática, Estática y Dinámica, por cierto éstas dos últimas también habían sido mencionadas por Ladislao de la Pascua. En cuanto a la Cinemática, Gama la considera más geométrica que física, pues la define como:

"Parte de la Mecánica que está constituida por la teoría de los movimientos geométricos."<sup>37</sup>

### Fuerza

Para entrar en materia, conviene partir de un lugar común a todos los libros en los que se habla de Mecánica, el concepto de fuerza, para esto comenzaré por presentar los contenidos que, a mi juicio, son los más relevantes acerca del tema que aparecen en los textos aquí analizados. Así pues Ladislao de la Pascua dio la siguiente definición:

"Se llama fuerza o potencia á toda causa que mueve ó intenta mover á un cuerpo, ó quitarle movimiento; ó más generalmente, á toda causa que trata de producir un cambio cualquiera en el estado de un cuerpo. La fuerza que se opone al efecto que se desea producir, se llama *resistencia*. Las fuerzas pueden obrar sobre los cuerpos durante un instante, como sucede en un choque, ó continuar su acción por un tiempo más ó menos largo: en el primer caso se llaman *instantáneas*, y en el segundo *continuas*. En toda fuerza se consideran cuatro cosas: 1o. su *intensidad*, que es la mayor ó menor acción con la que obra: 2o. su *punto de aplicación* que es el punto del cuerpo donde está aplicada la fuerza: 3o. su *dirección* que es la línea que obligaría a describir al cuerpo si lo hiciese mover: 4o. el *sentido en que obra*, que es la misma dirección considerada desde un punto fijo, de una línea ó de un plano....La intensidad de una fuerza se señala geoméricamente por la magnitud de la línea que representa su dirección....y se toma por unidad de fuerza el kilogramo."<sup>38</sup>

Después de presentar esta noción básica, continuó con otras definiciones y principios que le permitirían manipular el concepto a lo largo de su libro.

"Si sobre un punto A obran simultáneamente las dos fuerzas P,Q, en las direcciones AP, AQ, este punto no podrá moverse á un mismo punto en las dos direcciones indicadas; entonces seguirá una dirección intermedia AR, de la misma manera que si hubiera sido urgido por una sola fuerza AR; de suerte que ésta producirá el mismo efecto que las dos primeras juntas. Por esta razón se le llama resultante ó derivada, á las otras dos componentes."<sup>39</sup>

Más adelante enunció cuál es el objetivo que persigue la Estática.

"El objeto de la Estática es resolver los dos problemas relativos á la composición de las fuerzas: es decir, 1o. dado un número cualquiera de fuerzas hallar su resultante;

20. dada una fuerza, descomponerla en un número determinado de otras que tengan entre sí cierta relación."<sup>40</sup>

A continuación presentó una serie de principios relacionados con el concepto de fuerza, los cuales transcribo a continuación:

- 1\*. Si dos fuerzas iguales  $P$   $Q$  obran simultáneamente sobre un punto  $A$  en la misma dirección y en sentidos contrarios  $PA$  y  $QA$  se destruyen mutuamente; su resultante es igual á cero y por lo mismo el punto  $A$  está en equilibrio.
2. Si dos fuerzas obran sobre un mismo punto en el mismo sentido y dirección, su resultante es igual á su suma.
3. Si dos fuerzas  $P$   $Q$  desiguales, obran sobre un punto  $A$  en la misma dirección, pero en sentidos contrarios, es decir son directamente opuestas, la resultante es igual á la diferencia de las fuerzas, y obra en el sentido de la mayor.
4. Cuando muchas fuerzas obran sobre un mismo punto en la misma dirección pero unas en un sentido y otras en sentido contrario, la resultante será igual á la suma de las que obran en un sentido, menos la suma de las que obran en sentido contrario. Esto se espresa diciendo: Todo sistema de fuerzas cuya resultante es nula, se haya en equilibrio; y reciprocamente, en todo sistema de fuerzas que esté en equilibrio, la resultante es igual á cero.
5. Cuando muchas fuerzas que obran sobre un mismo punto, se equilibran, cada una de ellas se puede considerar como igual y directamente opuesta á la resultante de todas las otras.
6. Un sistema de fuerzas no se altera cuando se le introduce otro que esté por sí mismo en equilibrio.
7. Cuando dos fuerzas  $P$   $Q$  obran sobre un punto  $m$  formando un ángulo, su resultante pasa dentro del ángulo formado por las direcciones de las componentes.
8. Cuando dos fuerzas  $P$   $Q$  obran sobre un punto formando un ángulo cualquiera  $PmQ$ , su resultante  $mR$ , está representada en intensidad y dirección por la magnitud y dirección de la diagonal del paralelogramo construido sobre las dos fuerzas.
9. Dos fuerzas angulares y su resultante están entre sí, como los senos de los ángulos formados por las direcciones de las otras dos.
10. Cuando las fuerzas son rectangulares, cada componente es igual al producto de la resultante por el coseno del ángulo que forma con la misma componente.
11. La resultante  $R$ , de dos fuerzas paralelas  $P$   $Q$ , que obran en un mismo sentido, es igual á su suma; es paralela á las componentes, y obra en el mismo sentido que ellas; y su punto de aplicación  $O$ , se halla á distancias de las componentes, reciprocamente proporcionales á las intensidades de las mismas componentes; de manera que se tiene  $OA:OB::Q:P$ ." <sup>41</sup>

Además de los principios que acabo de enunciar, Ladislao de la Pascua describió, lo que hoy se conoce como, el método del paralelogramo para calcular componentes y resultantes de fuerzas dadas, por cierto no especifica el nombre de este método.

"Para hallar la resultante de dos fuerzas que formen un ángulo  $PmQ$ , bastará tirar por el punto  $P$ , una línea  $PR$ , igual y paralela á  $mQ$ , y por el punto  $Q$ , una línea  $QR$  igual y paralela á  $Pm$ ; con esto quedará formado el paralelogramo sobre las fuerzas dadas, y su diagonal  $mR$ , será la resultante buscada.

En general para hallar la resultante de un número cualquiera de fuerzas,  $P, Q, S, T$ , que obren angularmente sobre un punto  $m$ , se hallará por el método espuesto la resultante  $R$  de las primeras  $PQ$ ; con esta primera resultante  $R$  de las dos primeras  $PQ$ ; con esta primera resultante y la fuerza  $S$ , se formara otra resultante  $R'$ , y por último, con esta y

la cuarta fuerza T, se compondrá la resultante R", que será la resultante general del sistema..

Para descomponer una fuerza dada  $R_m$ , en otras dos, ocurre inmediatamente, que considerada esta fuerza como resultante, no hay más que construir un paralelogramo de quien sea la diagonal; y los dos lados contiguos de dicho paralelogramo serán las componentes pedidas; mas como una misma línea puede ser diagonal de muchos paralelogramos resulta que la cuestión es indeterminada, es decir, que tiene muchas soluciones, pues cada dos lados contiguos de un paralelogramo pueden ser las fuerzas que se piden."<sup>42</sup>

Por último en el libro de Introducción a la Física se hace referencia a los giros producidos aplicados a fuerzas paralelas y al giro que produce aplicar fuerzas paralelas pero no directamente opuestas, ambas ideas que serán profundizadas en los otros textos analizados.

"Si las fuerzas paralelas, sin perder su paralelismo giran al rededor de su punto de aplicación, la resultante no mudará de intensidad ni de punto de aplicación, pero girará también con las componentes, para permanecer siempre paralela á ellas. Cuando dos fuerzas paralelas P.Q obran sobre los dos extremos de una recta y son iguales, no pueden estar en equilibrio, porque aunque la diferencia de sus intensidades es igual á cero, no están sobre la misma recta y por lo mismo son directamente opuestas. A este sistema se llama en Mecánica un par de fuerzas: el efecto que produce es hacer girar á la recta AB sobre que obran las fuerzas al derredor de su punto medio."<sup>43</sup>

Pedro Garza en su libro de Mecánica Analítica, comenzó por exponer un conjunto de axiomas y postulados que sirvieron como fundamento para la teoría presentada en el texto.

1. A un cuerpo en reposo ó en movimiento, sin alterar su estado mecánico, se le puede aplicar un sistema de fuerzas, siempre que las fuerzas del sistema introducido se hagan equilibrio.
2. El punto de aplicación de una fuerza aplicada á un sólido, puede trasladarse á cualquier otro punto del cuerpo, situado sobre la dirección de la fuerza.
3. Dos fuerzas iguales y de sentido contrario aplicadas á un mismo punto, se llaman fuerzas iguales y directamente opuestas.
4. Considerando varias fuerzas concurrentes y representándolas por vectores coinciales, el vector ó fuerza resultante es igual á la suma de los vectores componentes.
5. Si varias fuerzas concurrentes están en equilibrio, una de ellas tomada arbitrariamente será opuesta á la resultante de todas las otras.
6. Dos fuerzas iguales, paralelas, de sentido contrario, pero no directamente opuestas, forman "una pareja de fuerzas" La perpendicular ó distancia de las dos fuerzas se llama brazo de la pareja.
7. El producto del brazo por una de las fuerzas se llama "momento de la pareja".
8. La pareja puede trasladarse ó girar en su plano ó moverse paralelamente en el espacio, sin que esto altere su efecto mecánico.
9. Una pareja puede ser sustituida por otra de igual momento, siempre que las dos parejas se encuentren en un mismo plano ó en planos paralelos.
10. El efecto rotatorio ó mecánico de una pareja se mide por su momento.
11. En la Mecánica, para representar á una pareja, se levanta en cualquier punto una perpendicular al plano de la pareja y se toma sobre dicha perpendicular un segmento igual al momento de la pareja. La perpendicular así limitada es el eje de

la pareja: nosotros la llamaremos ciclo-vector, por ser un vector que representa una rotación. Un ciclo-vector irá siempre precedido de las iniciales CV.

12. El ciclo-vector de una pareja se escoge de modo que un observador situado en el eje y con los pies descansando sobre el plano de la pareja, vea positiva la rotación producida por la pareja.
13. Sea (F) una fuerza aplicada á un cuerpo. En un punto cualquiera (o) del sólido apliquemos las dos fuerzas (OF') (OF), iguales en intensidad á (F). En lugar de la fuerza dada tenemos ahora un sistema equivalente, compuesto de la fuerza (OF') y de la pareja formada con (F) y (F'). Se ve por consiguiente, que una fuerza cualquiera (F) puede ser sustituida por una fuerza igual (OF') aplicada á un punto cualquiera (O) y por una pareja de fuerzas aplicadas en (o) y (a), iguales en intensidad á (F). Llamaremos á (OF') el vector central de la fuerza dada; y á la pareja, por estar representada por un ciclo-vector, la llamaremos "ciclo-vector de la fuerza dada."
14. Podemos concluir de todo esto, que una fuerza puede ser sustituida por su vector central y por su ciclo-vector, refiriendo estos vectores á cualquier punto (O).
15. Los vectores representan movimientos de traslación efectuados en la dirección de los vectores, y los ciclo-vectores son movimientos rotatorios en el que ellos sirven de ejes de rotación.
16. Con los ciclo-vectores se ejecutan las mismas operaciones y de igual modo que con los vectores.
17. De manera que los movimientos rotatorios y los de traslación obedecen á una ley dualística, en virtud de la que, conociendo un teorema sobre las traslaciones o vectores, se encuentra el análogo de las rotaciones, sustituyendo en la operación á los vectores por ciclo-vectores." <sup>44</sup>

De todos los libros aquí analizados los de Garza son, sin duda, los más formales en el sentido matemático y por lo mismo, los más difíciles de leer, ya que independientemente de los conceptos mismos, la notación y la terminología que utiliza no son usuales en nuestra época. Es por esto que para comprender los conceptos presentados por este autor es imprescindible haber leído la primera parte de este capítulo, dedicada a la Aritmética de Vectores y Cuaternios.

Así por ejemplo, partiendo de los axiomas relacionados con el concepto de fuerza y de la aritmética de vectores y cuaternios puede verse que un ciclo-vector es un biradial y que, por lo tanto, pueden realizarse entre ciclo-vectores todas las operaciones ya analizadas para biradiales.

Para presentaré lo que Pedro Garza escribió acerca del equilibrio de fuerzas, comenzó con las ecuaciones de equilibrio expresadas en términos de vectores y ciclo-vectores.

"Para encontrar las condiciones de equilibrio de varias fuerzas [AF] [A'F']..situadas de cualquier modo en el espacio, haremos:

$$\overline{OA} = \vec{\alpha} \quad \overline{OA'} = \vec{\alpha'}$$

$$\overline{AF} = \vec{\varphi} \quad \overline{A'F'} = \vec{\varphi'}$$

x,y,z coordenadas de A

x'y'z' coordenadas de A'

(O) un punto arbitrario, tomado como origen de coordenadas.

Cada fuerza quedaria sustituida por su vector central y su ciclo-vector. Representaremos cada fuerza AF, A'F' por lo símbolos  $F(\vec{\varphi}), F(\vec{\varphi}')$  Tendriamos:

$$F(\vec{\varphi}) = \vec{\varphi} + CV(\vec{\varphi})$$

$$F(\vec{\varphi}') = \vec{\varphi}' + CV(\vec{\varphi}')$$

Estas ecuaciones significan que el efecto mecánico de una fuerza es igual a su efecto de traslación reunido con el de rotación.

$$\therefore F(\vec{\varphi}) + F(\vec{\varphi}') + \dots = \vec{\varphi} + \vec{\varphi}' + \dots + CV(\vec{\varphi}) + CV(\vec{\varphi}') + \dots$$

Para el equilibrio es necesario que tanto el efecto de traslación como el de rotación sean nulos. Por consiguiente.

$$\vec{\varphi} + \vec{\varphi}' + \dots = \Sigma(\vec{\varphi}) = 0$$

$$CV(\vec{\varphi}) + CV(\vec{\varphi}') + \dots = \Sigma CV(\vec{\varphi}) = 0$$

$$\therefore F(\vec{\varphi}) + F(\vec{\varphi}') + \dots = \Sigma F(\vec{\varphi}) = 0$$

La suma de los ciclo-vectores puede escribirse  $\Sigma V(\alpha\vec{\varphi}) = 0$

De aquí se infiere que las condiciones de equilibrio serán:

$$\Sigma(\vec{\varphi}) = 0$$

$$\Sigma V(\alpha\vec{\varphi}) = 0$$

O también llamando (X, Y, Z,) (X', Y', Z') las componentes según los ejes de  $\vec{\varphi}, \vec{\varphi}'$

$$\Sigma(X\vec{\alpha} + Y\vec{\beta} + Z\vec{\gamma}) = 0$$

$$\Sigma(VI(x\vec{\alpha} + y\vec{\beta} + z\vec{\gamma}))(\Sigma(X'\vec{\alpha} + Y'\vec{\beta} + Z'\vec{\gamma})) = 0$$

De la penúltima ecuación resulta por descomposición:

$$\Sigma(X) = 0$$

$$\Sigma(Y) = 0$$

$$\Sigma(Z) = 0$$

Desarrollando se obtendría:

$$\Sigma(yZ - zY) = 0$$

$$\Sigma(zX - xZ) = 0$$

$$\Sigma(xY - yX) = 0$$

Las seis últimas ecuaciones, serán las condiciones de equilibrio. El primer grupo destruye la traslación y el segundo la rotación." 45

A continuación presentó las ecuaciones de equilibrio dadas en función de los ángulos directores de los vectores que determinan las fuerzas.

"Representando por (ABC) (A'B'C') los ángulos directores de las fuerzas (AF) (A'F') tendríamos:

$$X = \varphi \cos A; \quad Y = \varphi \cos B; \quad Z = \varphi \cos C$$

$$X' = \varphi' \cos A'; \quad Y' = \varphi' \cos B'; \quad Z' = \varphi' \cos C'$$

Estos valores sustituidos en las 6 fórmulas de equilibrio, las transforman en:

$$\Sigma(\varphi \cos A) = 0$$

$$\Sigma(\varphi \cos B) = 0$$

$$\Sigma(\varphi \cos C) = 0$$

$$\Sigma \varphi(y \cos C - z \cos B) = 0$$

$$\Sigma \varphi(z \cos A - x \cos C) = 0 \text{ "46}$$

$$\Sigma \varphi(x \cos B - y \cos A) = 0$$

Después expuso una serie de corolarios, en donde utilizó las ecuaciones de equilibrio, cada uno de los cuales se refería a una de las diferentes formas en las que pueden encontrarse relacionadas fuerzas que son aplicadas a un

cuerpo, para que éste se encuentre en equilibrio, comenzó su lista con el caso en que las fuerzas fueran paralelas.

Corolario<sup>46</sup> 10.

"Si las fuerzas aplicadas al sólido son paralelas, podemos tomar los ejes de manera que el de las  $Z$  sea paralelo á la dirección común de las fuerzas. En este caso:

$$\cos C = \cos C' = \cos C'' = \cos(0) = 1$$

$$\cos B = \cos B' = \cos B'' = \cos(90) = 0$$

$$\cos A = \cos A' = \cos A'' = \cos(90) = 0$$

Por medio de estos valores las seis ecuaciones de equilibrio dan:

$$P + P' + P'' + \dots = 0$$

$$Py + P'y' + P''y'' + \dots = 0$$

$$Px + P'x' + P''x'' + \dots = 0$$

Por consiguiente un sistema de fuerzas paralelas estará en equilibrio, si la suma algebraica de las fuerzas es nula y si además los momentos de las fuerzas tomadas con respecto á dos planos, paralelos á la dirección común de las fuerzas, dan cero por suma algebraica."<sup>47</sup>

Hasta aquí no se había definido el término momento de una fuerza con respecto a un plano y en una nota al pie se hace de la siguiente manera:

"Se llama momento de una fuerza con respecto á un plano, el producto de la fuerza por la perpendicular bajada al plano, desde el punto de aplicación de dicha fuerza."<sup>48</sup>

Los siguientes corolarios presentan las ecuaciones de equilibrio para el caso en que las fuerzas fueran isoplanas, isoplanas y paralelas, concurrentes y concurrentes e isoplanas. Después vienen otra serie de corolarios referentes a los distintos casos en los que puede dividirse un movimiento en cuanto a ser de traslación o de rotación, los casos que se presentan son: que el movimiento sea únicamente de traslación, que tenga un punto fijo (por lo tanto que sea de rotación), que tenga un eje fijo (también debe ser de rotación). Para finalizar mostró el corolario en el que se considera que las fuerzas puedan generar cualquier tipo de movimiento, el cual es el siguiente:

"Para conocer si un sistema cualquiera de fuerzas está en equilibrio, se descomponen cada una en tres componentes según tres ejes rectangulares. Entonces se necesita que la suma algebraica de los componentes con respecto á cada eje sea nula y además que lo sea también la suma algebraica de los momentos de dichas componentes, tomados con respecto á cada uno de los ejes."<sup>49</sup>

Como puede verse Pedro Garza procedía de lo particular a lo general, pues después de analizar una buena cantidad de casos llegó a una generalización y, para él, esta era una manera común de proceder.

Por su parte, Valentín Gama también usó el término fuerza, el cual, como es bien sabido, es imprescindible en cualquier libro de mecánica. La forma de exposición histórica que tiene éste, hizo que el concepto aquí tratado adquiriera un toque distinto a los demás, pues para empezar permitía al lector tener una visión más global. Así, por ejemplo, refiriéndose a las diferentes maneras de exposición de la Estática dice:

"Puede decirse que tenemos tres sistemas diferentes: El basado en el principio de la palanca, ó si queremos expresarnos de un modo general, en el que se reconoce como determinante del equilibrio el *momento*. El de Varignon en el que se resuelven los problemas de equilibrio reemplazando el sistema de fuerzas por otro más sencillo y tal que directa ó inmediatamente se pueda reconocer si hay ó no equilibrio, valiéndose para efectuar la sustitución de los principios sobre la composición de las fuerzas. El de Lagrange en el que las condiciones de equilibrio se deducen directamente del principio del *trabajo virtual* ó de las *velocidades virtuales*." <sup>50</sup>

De hecho, cuando definió el problema general de la Mecánica, lo hizo desde esta última perspectiva, la de Lagrange.

"Dado un cuerpo al cual están aplicadas varias fuerzas determinar el movimiento que estos le imprimen; ó de otro modo cuando se tiene un cuerpo y se conocen las aceleraciones que sus diversas partículas tomarían, si pudiesen moverse libremente unas de otras, en virtud de las condiciones físicas del cuerpo y de los que le rodean, determinar el movimiento del cuerpo." <sup>51</sup>

Los dos autores, citados al inicio, que escribieron acerca del concepto de fuerza habían utilizado el término con una tendencia más Estática que Dinámica, la cual según Gama es artificiosa.

"Esto dió lugar á que los géómetras buscasen con empeño una demostración del mismo (el principio relativo á las composiciones de las fuerzas en Estática)...Sus esfuerzos no alcanzaron el éxito deseado, pues las demostraciones que se han ideado, y que no se basan en consideraciones dinámicas son tan artificiosas y complicadas que no producen en nosotros el sentimiento de certeza." <sup>52</sup>

Gama, también presentó en su libro el concepto clásico de fuerza, el cual advirtió se debe a Newton.

"Es la acción por la cual cambia el estado de un cuerpo, ora ese estado sea de reposo, ora el movimiento uniforme en línea recta." <sup>53</sup>

Pero a pesar de la definición anterior, no consideraba aún haber llegado al concepto general de fuerza, sino hasta que escribió:

"Arquímedes y los investigadores que le sucedieron se refieren siempre en sus razonamientos á pesos;....cuando se ha llegado á este punto puede decirse que se ha llegado al concepto general de fuerza, considerada ésta como presión... ....en todos los casos en que se ejerce sobre un cuerpo una acción que tiende a moverlo, si no se contrarresta por otra ú otras ó por algún obstáculo, se dice que se aplica una *fuerza*." <sup>54</sup>

Valentín Gama prosiguió su análisis histórico describiendo lo que llama el Principio de transmisibilidad.

"Puede suponerse aplicada una fuerza en cualquier punto de su dirección ó de su línea de acción (enunciado al parecer de Leonardo da Vinci), ó que el efecto de una fuerza no cambia cuando se transporta su punto de aplicación." <sup>55</sup>

Más adelante continuó su exposición haciendo referencia a la descomposición de fuerzas y a las respectivas definiciones de fuerza resultante y componente.

"Stevinus llegó al siguiente resultado: La fuerza Q que equivale á otras dos P y R aplicadas en un punto de su dirección está representada en magnitud y dirección por la diagonal del paralelogramo construido sobre las rectas que representa dichas fuerzas."<sup>56</sup>

"Las dos ó más fuerzas que pueden reemplazar á otra en un sistema de equilibrio sin que éste se altere se llaman sus componentes, y la fuerza que á esta reemplaza ó les equivale es la resultante."<sup>57</sup>

"La resultante de dos fuerzas paralelas del mismo sentido es paralela a ellas, igual á su suma, y su línea de acción, divide á la recta que une dos puntos de la línea de acción de las componentes en dos segmentos inversamente proporcionales á las componentes consecuencia del principio de la palanca."<sup>58</sup>

Para finalizar con lo referente a fuerza que escribió Valentín Gama expondré a continuación la definición de fuerza de rotación, concepto que, por cierto, está muy ligado a los ciclo-vectores presentados por Pedro Garza.

"Una fuerza perpendicular al eje de rotación tiene por valor el momento de la fuerza con relación al eje por el desalojamiento elemental del sólido. Una fuerza cualquiera puede ser representada como la suma de una normal al eje y otra paralela, la cual no tiene influencia en la rotación."<sup>59</sup>

Por último, Mateos, autor del que por primera vez presentó alguno de las definiciones que publicó en su libro escribió:

"La causa exterior que modifica el estado de reposo ó de movimiento de un cuerpo se ha llamado fuerza. El efecto de una fuerza es, por lo tanto, dar ó quitar velocidad, ó en términos más generales, comunicar velocidad positiva ó negativa. Pero este efecto es variable, y se mide, como parece natural, por la cantidad de velocidad comunicada ó sustraída en el mismo tiempo. Se admite que dos fuerzas son iguales cuando producen el mismo efecto, esto es, cuando varían del mismo modo el estado de movimiento de un mismo cuerpo."<sup>60</sup>

Al realizar el análisis de la evolución del concepto de fuerza existen varias cosas que saltan a la vista, una de ellas es que está definida en todos los casos como una causa o acción que altera el estado del cuerpo, y la definición de estado va siendo cada vez más precisa.

Los primeros seis axiomas que presenta Pedro Garza son comunes también a todos los autores, en este caso omitiré a Juan Mateos, ya que sólo se refiere a la definición y no ahonda más en el concepto de fuerza.

Otra característica que puede observarse es que comienza siendo un concepto mas en el terreno de la Estática y que a lo largo del tiempo, va identificandosele con el movimiento. Prueba de esto es la definición de Mateos en donde se refiere a la cantidad de velocidad comunicada o sustraída.

Es importante mencionar que Ladislao de la Pascua la define como fuerza o potencia, siendo que, con los años la noción de potencia fue asociada a algo bien distinto. Además menciona que la unidad de medida es el kilogramo, lo

cual puede deberse a la falta de conocimientos más profundos en el tema, puesto que para aquella época, en otras latitudes, la fuerza no era medida en kilogramos.

En cuanto a los principios presentados por Ladislao de la Pascua y los axiomas y postulados que expuso Pedro Garza, los seis primeros, con diferente orden se encuentran citados en ambas publicaciones, incluso, casi con las mismas palabras.

En los principios del 7 al 11, Ladislao de la Pascua presentó las características de las resultantes de sumas de fuerzas. Pedro Garza al considerar las fuerzas como vectores y haber desarrollado la Aritmética de vectores y cuaternios ya había mencionado esas características, por lo cual no era necesario volverlas a referir.

Pedro Garza fue más allá, al presentar el concepto de ciclo-vector para representar rotaciones y asociarlo a la idea de momento de una pareja de fuerzas, el hecho de que un libro sea de Mecánica y el otro de Física. Algunos años más tarde, Valentín Gama también se refirió a las fuerzas de rotación.

Se podría decir mucho más acerca del significado de fuerza y de todas las formas en las que jugó un papel fundamental en la Mecánica y, más generalmente, en la Física. Dejo la inquietud en los lectores para que pueda desarrollarse más ampliamente el tema.

## **Gases**

El libro de Lecciones de Termodinámica de Pedro C. Sánchez, está conformado por un vasto cúmulo de contenidos, todos los cuales son muy interesantes, pero por desgracia, la mayoría no pueden ser analizados comparativamente, porque en los otros textos no se hace referencia a los mismos. Así que elegí el tema de gases porque presenta grandes saltos conceptuales a lo largo del tiempo.

Ladislao de la Pascua fue el primero de los autores aquí analizados que mencionó las leyes de los gases, las cuales presentó del siguiente modo:

1° A la misma temperatura y cualquiera que sea la presión, la velocidad del derrame de los gases en el vacío está en razón inversa de las raíces cuadradas de sus densidades: lo mismo se verifica cuando los gases tienen la misma fuerza elástica y se derraman en el mismo medio.

2° Si las diferencias de las presiones del gas y del medio exterior son iguales á las misma temperatura, las velocidades están en razón inversa de las raíces cuadradas de las fuerzas elásticas de los gases.

3° En el vacío y á la misma temperatura un mismo gas sale del depósito con la misma velocidad, cualquiera que sea la presión; mas las cantidades de gas que salen en el mismo tiempo, no son las mismas, pues que son proporcionales á la densidad, y por consiguiente á la presión." 61

Puede observarse que en las leyes de gases, no se menciona el término volumen, más adelante D. Ladislao de la Pascua escribió lo siguiente:

"Las fórmulas que acabamos de manifestar no son aplicables sino á los casos en que los orificios son muy pequeños respecto al receptáculo, y están hechos en paredes delgadas ó tienen tubos muy cortos, y cuando las diferencias de las presiones no pasan de 10 centímetros de mercurio, pues cuando los tubos son largos se hace uso de fórmulas más complicadas en las que entran las longitudes y los diámetros de los tubos. Lo mismo sucede dentro de las presiones; si son muy grandes, aun cuando los orificios son pequeños, se necesitan otras fórmulas, y parece que aun no se ha podido llegar á obtener resultados generales." <sup>62</sup>

También, D. Ladislao, mencionó un hecho que lo atribuye al comportamiento de los gases, lo cual es muy curioso.

"Cuando un gas está encerrado en un vaso....si se le hace una abertura en un punto, el gas se escapa por ella, la presión cesa en dicho punto, predomina en el opuesto, y el vaso, si es movable, es arrastrado en sentido contrario á aquel por donde sale el gas. A este principio se refiere el retroceso de las armas de fuego, la ascensión de los cohetes." <sup>63</sup>

Puede apreciarse que esté fenómeno se puede explicar por la ley de la acción y la reacción de Newton y sin embargo, no se menciona que pudiera existir alguna relación con ella, sino que se atribuye sólo a la naturaleza de los gases.

Pedro C. Sánchez, en su libro profundiza mucho, lo cual no es extraño ya que este texto es especializado en la materia.

Algunos aspectos, relacionados con lo anteriormente expuesto, que vale la pena resaltar del texto de Termodinámica están relacionados con el concepto de gases permanentes, los que se definen como:

"...(son) los que no han podido licuarse ni solidificarse por ningún medio" <sup>64</sup>

Aquí se menciona, por ejemplo, las Leyes de Mariotte y Gay Lussac, de las que se dice se aplican a los gases perfectamente permanentes, ideales, son aproximadas para los gases reales.

"Si  $p$ ,  $v$  y  $p'$ ,  $v'$  son las presiones y volúmenes específicos correspondientes á las temperaturas  $t$  y  $t'$  se tendrá según la ley antes citada:  $\frac{pv}{p'v'} = \frac{1+\alpha t}{1+\alpha t'}$  siendo  $\alpha$  el coeficiente de dilatación." <sup>65</sup>

Es importante resaltar el hecho de que cuarenta años antes, Ladislao de la Pascua, hablaba de que probablemente no existía una generalización que permitiera formular esta ley, a pesar de que la misma ya existía. Además hay otras leyes relacionadas con el volumen de los gases, como es el caso de la que expresa la Fórmula de Bernoulli.

"La velocidad que adquiere un gas que pasa de un recipiente A de presión  $p$  y volumen  $v$  a otro B con presión  $p'$  y volumen  $v'$  a temperatura constante siendo  $h$  la altura de una columna de gas de densidad constante que es sustituida por la diferencia de

presiones  $\frac{\omega^2}{2g} = h$  Esta fórmula considera al gas incompresible como un líquido."<sup>66</sup>

"suponiendo que los volúmenes cambian, mientras que la temperatura permanece constante.

Si las presiones son iguales, no hay escurrimientos mientras no haya movimiento.

Si el émbolo se mueve desaloja de un recipiente a otro una cierta cantidad de volumen hasta volver al equilibrio . La presión varía en cuanto se mueve el émbolo, aunque se equilibra en los dos recipientes,

Si es la presión inicial, la presión final es y el trabajo efectuado." <sup>67</sup>

Por otro lado, algunas de las leyes que ya se habían presentado se encuentran aquí confirmadas y en un marco de referencia más específico.

"...cuando un gas permanente escurre de un recipiente á otro sin que se le suministre ni se le quite calor, la presión quedando constante en cada recipiente, no hay cambio de temperatura." <sup>68</sup>

Un caso como este en el que se desconocía una ley que ya existía, es una de los casos en que la evolución de un concepto se da a nivel local. La susodicha evolución se puede presentar porque se incrementa el acervo bibliográfico y el contacto de los científicos mexicanos con el exterior.

El otro caso de evolución de un concepto, es aquel en el que la comunidad internacional cambia de paradigma. La noción de éter, se encuentra en este caso.

Lo presentado en este capítulo es apenas una introducción al análisis de la evolución de los conceptos, sería importante que se continuara este interesante trabajo.

<sup>1</sup>GONZÁLEZ RAMÍREZ, MANUEL; ANTOLOGÍA DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA En El Centenario De Su Fundación, Prólogo y Selección, Colección Pensamiento de América, B. Costa-Amica, Editor, México, 1967 p. 161

<sup>2</sup> GARZA PEDRO, La Geometría y su historia, Ed. A. Parent, Impresor de la Facultad de Medicina, 31, Rue, Monsieur-Le Prince, 31, Paris, 1876, p. 3

<sup>3</sup> GARZA PEDRO, La Geometría y su historia, Ed. A. Parent, Impresor de la Facultad de Medicina, 31, Rue, Monsieur-Le Prince, 31, Paris, 1876, p. 7

<sup>4</sup> GARZA PEDRO, La Geometría y su historia, Ed. A. Parent, Impresor de la Facultad de Medicina, 31, Rue, Monsieur-Le Prince, 31, Paris, 1876, p. 13

<sup>5</sup> GAMA VALENTÍN, Nociones Fundamentales de Mecánica, Tip. Vda. de F. Díaz de León, Sucs. Av. del 5 de mayo y Motolinía, México, 1912, p. 4

<sup>6</sup> GAMA VALENTÍN, Nociones Fundamentales de Mecánica, Tip. Vda. de F. Díaz de León, Sucs. Av. del 5 de mayo y Motolinía, México, 1912, p. 8

<sup>7</sup> ARAGÓN LEIVA AGUSTÍN, Una Joya de la Literatura Mexicana, El Nacional, 29-julio-1933, p. 3

<sup>8</sup> MATEOS JUAN, Explicación Elemental de las Teorías de Einstein sobre la Relatividad y la Gravitación. Imp. de la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, Primer Tomo de la Biblioteca Mexicana de Difusión Científica, México, D.F. Tacubaya, Marzo, 1991, p. iii

<sup>9</sup> GARZA PEDRO, Aritmética de los Vectores y Cuaternios fascículo II, México, Tipografía y Litografía de la "época.- Ignacio Haro y comp., Escalerillas Núm 20, México, 1885, p. 1

- 
- 10 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 2  
11 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 5  
12 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 5  
13 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 6  
14 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 8  
15 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 14  
16 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 14  
17 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 15  
18 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 19  
19 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 19  
20 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 38  
21 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 27  
22 GARZA PEDRO, 1885, ob. cit. p. 43  
23 GAMA, VALENTÍN, 1912, ob. cit. p. 143  
24 PASCUA, LADISLAO DE LA, Introducción al Estudio de la Física, Ed. Tipografía de la Viuda é Hijos de Murguía, Portal del Águila de Oro, México, 1870, p. 1  
25 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 2  
26 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 2  
27 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 3  
28 GAMA, VALENTÍN, ob. cit., p. 463  
29 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 465  
30 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 192  
31 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 207  
32 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 243-244  
33 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 241  
34 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 4  
35 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 460  
36 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 460-461  
37 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 109  
38 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 4  
39 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 6  
40 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 6  
\* En el libro de Lasislao de la Pascua no aparecen numerados los principios, pero los numeré para poder analizarlos comparativamente con mayor facilidad.  
41 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 7-9  
42 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 8-9  
43 PASCUA, LADISLAO DE LA, ob. cit. p. 10  
44 GARZA, PEDRO, Elementos de Mecánica según el Método de los Vectores, México, 1886, p. 1-4  
45 GARZA, PEDRO, ob. cit., 1886, p. 24-26  
46 GARZA, PEDRO, ob. cit., 1886, p. 26-27  
& En la notación del corolario deberá leerse P, lo que en las proposiciones anteriores había sido tratado como .  
47 GARZA, PEDRO, ob. cit., 1886, p. 28  
48 GARZA, PEDRO, ob. cit., 1886, p. 28  
49 GARZA, PEDRO, ob. cit., 1886, p. 33  
50 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 102  
51 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 435  
52 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 259  
53 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 1  
54 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 29-30  
55 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 32  
56 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 50  
57 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 50  
58 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 58

---

59 GAMA, VALENTÍN, ob. cit. p. 431

60 MATEOS, JUAN, ob. cit. p. 89

61 DE LA PASCUA, LADISLAO, ob. cit. p. 109

62 DE LA PASCUA, LADISLAO, ob. cit. p. 109

63 DE LA PASCUA, LADISLAO, ob. cit. p. 111

64 SÁNCHEZ, C. PEDRO, Lecciones de Termodinámica dadas en la clase de Segundo Curso de Mecánica Aplicada de la ENI, en los años 1908-1909, Ed. Tip. Económica 2da. Calle de San Lorenzo No. 32, México, 1910, p. 22

65 SÁNCHEZ, C. PEDRO, ob. cit. p. 23

66 SÁNCHEZ, C. PEDRO, ob. cit. p. 51

67 SÁNCHEZ, C. PEDRO, ob. cit. p. 57

68 SÁNCHEZ, C. PEDRO, ob. cit. p. 55

## APENDICE A

### LEY CONSTITUTIVA DE LA ENAE

"PORFIRIO DIAZ" , Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, á sus habitantes sabed:

Que en uso de la autorización concedida al Ejecutivo por decreto del 17 de diciembre de 1908, he tenido á bien expedir la siguiente  
**LEY CONSTITUTIVA DE LA ESCUELA NACIONAL DE ALTOS ESTUDIOS.**

**Art 1º** Se instituye una *Escuela Nacional de Altos Estudios* que tendrá su centro en la ciudad de México.

**Art. 2º** Los objetos de la Escuela de Altos Estudios serán:

1º Perfeccionar, especializándolos y subiéndolos a un nivel superior, estudios que en grados menos altos se hagan en las Escuelas Nacionales Preparatoria, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingenieros y de Bellas Artes, ó que estén en conexión con ellos.

2º Proporcionar a sus alumnos y á sus profesores los medios de llevar á cabo metódicamente investigaciones científicas que sirvan para enriquecer los conocimientos humanos, y

3º Formar profesores de las escuelas secundarias y profesionales.

**Art. 3º** La Escuela Nacional de Altos Estudios tendrá tres secciones:

La primera, de Humanidades, comprenderá: las lenguas clásicas y las lenguas vivas, las literaturas, la filología, la pedagogía, la lógica, la psicología, la ética, la estética, la filosofía y la historia de las doctrinas filosóficas.

La segunda sección, de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, abrazará la matemática en sus formas superiores y las ciencias físicas, químicas y biológicas.

La tercera sección será la de Ciencias Sociales, Políticas y Jurídicas, y comprenderá todas las que tienen por base ó por objeto fenómenos sociales.

**Art 4º** La Secretaría de Instrucción Pública y Bellas Artes podrá formar subsecciones de estudios, coordinado los que crea que tienen un interés especial científico ó práctico.

**Art 5º** Las enseñanzas que vayan estableciéndose se clasificarán en la Sección ó en la Subsección constituida por los conocimientos con cuyos métodos y programas tengan mayor analogía.

**Art 6º** Las clases y centros de trabajo de la Escuela Nacional de Altos Estudios pueden localizarse en diversas partes del país, y aun fuera de él, en relación con la mayor eficacia de los elementos que sea posible allegar, para determinar el buen éxito de la instrucción que se imparta ó de los estudios que se emprendan. Los institutos que dependen del Gobierno Federal, los laboratorios y estaciones que se establezcan en el Distrito ú otras partes del territorio mexicano formarán parte de la Escuela Nacional de Altos Estudios, en cuanto sea indispensable para realizar los fines de la misma, y se mantendrán en el resto de sus funciones en la dependencia reglamentaria de los Ministerios que los organicen y sostengan.

**Art 7º** El gobierno y administración de la Escuela estarán á cargo de un Director, un Subdirector, un Secretario y un servicio de secretaría y administración. El Secretario y sus dependientes serán nombrados por el Director de la Escuela en los términos que definan prescripciones reglamentarias.

**Art 8º** Los profesores de la Escuela Nacional de Altos Estudios serán ordinarios, extraordinarios y libres: *ordinarios*, los que ocupen los puestos docentes de planta; *extraordinarios*, los que, por medio de un contrato, se encarguen de una ó más enseñanzas especiales que entren en el programa general de la Escuela; y *libres*, los que, mediante requisitos que señalen disposiciones especiales, establezcan en las dependencias de la mismas Escuela una enseñanza determinada

**Art 9º** Los profesores libres podrán exigir de sus alumnos los emolumentos que juzguen debidos. Para obtener una certificación escolar del buen éxito de sus enseñanzas y del aprovechamiento de sus estudiantes, tendrán que someterlos á las pruebas que prescriban disposiciones reglamentarias.

**Art 10º** Podrán ser alumnos de la Escuela Nacional de Altos Estudios quienes presenten certificados fidedignos de haber concluído su educación en las Escuelas Nacionales Preparatoria, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingenieros ó de Bellas Artes, siempre que, en los cursos de dichas escuelas que tengan conexión con los especiales que vayan á emprender, hayan obtenido la más alta calificación, ó que en virtud de las pruebas que se efectúen ante jurados nombrados por la Escuela Nacional de Altos Estudios, manifiesten su aptitud para cursar las enseñanzas comprendidas en la sección en que el sustentante desee inscribirse. Sólo los que provengan de las escuelas arriba enumeradas tienen derecho á percibir, durante el tiempo de sus estudios, una pensión, que perderán, así como la condición de alumnos, si en las pruebas finales de un curso no obtuvieren el promedio reglamentario.

**Art 11º** Los estudiantes que provengan de las Escuelas de los Estados de la Federación que posean institutos cuyos planes de estudios y programas sean equivalentes á los de las escuelas nacionales á que se refiere el artículo

anterior, podrán inscribirse como alumnos de la Escuela Nacional de Altos Estudios, mediante certificados análogos á los ya mencionados, pero no tendrán derecho á pensiones federales. Las excepciones de estas reglas sólo podrán ser *ex-profeso* decretadas por el Presidente de la República.

Art 12º Los alumnos de las escuelas particulares, lo mismo que los extranjeros, tendrán que someterse, para pertenecer á la Escuela Nacional de Altos Estudios, á los requisitos que exijan los reglamentos.

### Transitorios

Art 1º La apertura de los cursos de la Escuela Nacional de Altos Estudios se verificará cuando más tarde el mes de septiembre de este año. Para ello no habrá que cubrir los cuadros de enseñanza de todas las secciones, sino establecer solamente aquellas para las que se haya designado ó contratado el personal competente; á medida que esta necesidad se vaya satisfaciendo irán comenzando los cursos correspondientes, que ni es necesario que coincidan, ni que tengan la misma duración.

Art 2º Queda autorizada al Ejecutivo para decretar que todos ó algunos de los estudios de especialidades que, conforme á las leyes vigentes, deban hacerse en las Escuelas Nacionales de Medicina y de Jurisprudencia, se incorporen en lo sucesivo en la de Altos Estudios.

Por tanto, mando se imprima, publique, circule y se le dé el debido cumplimiento.

Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo de la Unión, en México, á 7 de abril de 1910 -*Porfirio Díaz*- Al C. Lic. Justo Sierra, Secretario del Despacho de Instrucción Pública y Bellas Artes.- Presente"

---

\* El documento se presenta con la ortografía de la época

## APENDICE B

### EL ABC DE LA TECNOCRACIA\*

a) Los Estados Unidos se encuentran más cercanos del colapso industrial y completa bancarrota de lo que la inmensa mayoría de sus ciudadanos se imaginan.

b) Empresarios y estadistas, cegados por el mito de que un país como los Estados Unidos no pueden ir hacia otra meta que la de una prosperidad continua y una expansión creciente, en la que sólo algo incidental una crisis como la contemporánea, han ignorado **LAS FUERZAS TECNOLOGICAS QUE HAN VENIDO MINANDO EL REGIMEN CAPITALISTA, EL QUE SE CARACTERIZA POR PRODUCCION, COMPETENCIA Y DISTRIBUCION SIN REGLAS NI SISTEMAS.**

c) La tecnología ha venido logrando más y más, **LA TOTAL ELIMINACION DEL TRABAJO HUMANO COMO FACTOR DE PRODUCCION**, por la creciente automatización de la maquinaria.

d) La Estadística enseña que la capacidad de producción del individuo por unidad de tiempo se ha multiplicado en la industria y en la agricultura en proporciones fabulosas, llegando en algunos casos hasta la de 30,000, es decir, un individuo puede producir en una porción de tiempo lo que antaño requería 30,000 individuos o 30,000 veces el mismo tiempo.

e) Hay dos revoluciones en la técnica. La primera iniciada hacia 1800, con la implantación de la máquina-auxiliar, que multiplica el poder de producción del individuo en una escala reducida y requiere para su manejo trabajo intelectual - atención- y cooperación muscular. La segunda, que comienza al final de la Gran Guerra, consiste en el planteamiento de la máquina-automática-, que **ELIMINA TOTALMENTE AL HOMBRE COMO FUENTE DE ENERGIA EN LA PRODUCCION**, es decir lo excluye para toda cooperación muscular.

f) La máquina auxiliar desplazaba trabajadores; pero en un corto tiempo daba lugar a nuevas fuentes de trabajo, mientras la producción contaba con los horizontes de mercados vírgenes. Las consecuencias de esta máquina solo fueron crisis parciales, pequeñas depresiones en una curva de expansión ascendente.

g) La máquina automática, un perfeccionamiento ultra-revolucionario de la máquina auxiliar, al substituir totalmente al trabajador, crea una capacidad de producción tan elevada que el número actual de obreros en los Estados Unidos podría con un promedio de 660 horas anuales de trabajo producir satisfactorios suficientes para dar a la población total del país un "standar" de vida diez veces mayor que el reinante en 1929, antes de la crisis.

h) El régimen capitalista se basa en los principios económicos de que las necesidades no tienen límite de satisfacción y de que el factor esencial de la producción es el trabajo social, **las horas trabajo** del individuo, dando ello lugar

a la medida del valor de los productos y la explotación de los trabajadores por los empresarios.

i) Sentado lo anterior, los puntos que preceden demuestran que:

1.- La capacidad de producción multiplicada por unidad humana de trabajo, supera a la capacidad de necesidades materiales del hombre, por lo que viene a tierra el primer principio básico de la economía clásica.

2.- Eliminado por la **máquina automática** el trabajador, deja de ser un factor de producción el trabajo social y la plusvalía desaparece, así como desaparece la clase trabajadora por innecesaria.

j) El socialismo en todas sus formas, no es una solución para el problema social, porque se apoya en la explotación de una clase por otra y la máquina automática -que puede llegar a universalizarse cuando desaparezca el problema que ha creado de aumentar hasta lo indecible el número de **parados**, es la única entidad explotada, no esperándose de ella ninguna revolución mientras no se sepa que la máquina tenga alma.

k) El actual régimen capitalista no es adecuado para la nueva era tecnológica, porque cimentado en los principios anteriores, tiene por fines la **ganancia** y por sistema de cambio el **precio**.

l) La Tecnocracia encuentra que la unidad de valor no es la del trabajo social, sino la de la energía mecánica empleada en la producción automática.

m) El máximo de individuos empleados en la producción se alcanzó en 1918; sin embargo, el máximo de producción se tuvo en el año de 1929.

n) Los empresarios no implantan aún todos los inventos de la tecnología, porque aumentaría la cifra de parados a 25,000 inmediatamente. Sin embargo, en cierta escala, se continúa implantando esta maquinaria, por lo que al par que disminuye el número de trabajadores tiende a crecer la producción. Tal como va el proceso, la Tecnocracia preve -no profetiza- para la Primavera de 1934 el colapso del régimen capitalista, ya que al ascenso tecnológico no corresponde un cambio en el sistema social.

o) Las causas de la terrible crisis económica, no son, como lo creen los capitalistas, pasajeras, y por ello el retorno a la **normalidad**, como ha acontecido en otras crisis anteriores, es un sueño mortal. Tampoco son las que indican los radicales, que quieren la dictadura del proletariado cuando la tecnología elimina a la clase trabajadora y la subversión de un régimen reconocido como inadecuado, con las consecuencias destructivas inherentes, que significarían miles de millones de dólares, un aniquilamiento de la misma tecnología equivalente a veinte años de retraso y la pérdida de millones de vidas.

p) Ni capitalismo, ni comunismo. Una nueva economía, basada en la estimación del valor por los determinantes de energía física, química y biológica empleada en la producción. El promedio de consumo de energía por cabeza en los Estados Unidos es de 154,000 grandes calorías, mientras que en los países más civilizados de la antigüedad no ascendió a más de 2,000. Sin embargo, el sistema económico del cambio basado en el precio, existía plenamente desarrollado en Roma, cuando la técnica caminaba al paso de la carreta de

bueyes en la paz y del carro de caballos en la guerra. La técnica actual, con velocidad de aeroplano y líneas de transmisión de energía de capacidad fantástica, necesita un sistema acorde con la tecnología correspondiente..

q) La solución del problema debe ser técnica. Todos los intentos que no se basen en los antecedentes enunciados, serán meros paliativos. Así la inflación de la moneda, como la compartición del trabajo, leyes fiscales y benéficas, etc.

---

\* Tomado de La Tecnocracia II, publicado en El Nacional, 27- enero-1933, escrito por Agustín Aragón Leyva.

# APENDICE C

## DICTAMEN

### SOBRE EL REGLAMENTO Y LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

México, D.F. a 5 de diciembre de 1938.

#### AL H. CONSEJO UNIVERSITARIO:

La Comisión Dictaminadora del reglamento y de los planes de estudio de la Facultad de Ciencias, designada por el C. Rector en uso de las facultades que le confirió ese H. Consejo en su sesión del lunes 28 de noviembre, se reunió con esta fecha para discutir con las personas que redactaron el proyecto original, Ing. Ricardo Monges López, Prof. Isaac Ochoterena y Dr. Alfredo Baños Jr., aquellos puntos del documento original sobre los cuales había diversas opiniones. Después de unificar el criterio de la Comisión, atendiendo a las opiniones de los proponentes del proyecto, se recomienda que se acepten el reglamento y los planes de estudio de la Facultad de Ciencias con las siguientes modificaciones:

#### 1.- REQUISITOS DE ADMISION

c).- Las personas que sin considerarse como candidatos a título o grado deseen, sin embargo, llevar algunas asignaturas aisladas como "alumnos especiales", podrán inscribirse con este carácter, a juicio del profesor, y sólo con la autorización expresa del Director, y si desean obtener el certificado de aprobación, deberán presentar sus exámenes de la misma manera que los "alumnos regulares".

#### 2.- GRADOS ACADEMICOS

##### MAESTRO EN CIENCIAS

b).- Demostrar conocimientos suficientes para poder traducir publicaciones científicas en dos de los siguientes idiomas: inglés, francés, alemán e italiano, (NOTA.- Las materias de idiomas que figuran en los diversos planes de estudio quedan suprimidas).

Los incisos (c), (d), (e) y (f) pasan a ser, respectivamente, (d), (e), (f) y (g). Se agrega el nuevo inciso:

c).- Haber aprobado en la Facultad de filosofía y Letras los siguientes cursos de Ciencias de la Educación:

**Filosofía de la Educación,  
Psicología de la Educación,  
Psicología de la Adolescencia.**

f).- El original y las copias al carbón de la tesis, que sean necesarias, deberán ser entregadas, etc.

**DOCTOR EN CIENCIAS**

d).- El original y las copias al carbón de la tesis, que sean necesarias, deberán ser entregadas, etc.

f).- Aceptada la tesis y su resumen, el alumno habrá de someterse al examen doctoral que fije el reglamento del Departamento respectivo. Este examen será oral, no deberá exceder de 2 horas y se basará en el material de la tesis respectiva. El Jurado estará compuesto de cinco sinodales, bajo la presidencia del Jefe del Departamento e incluyendo los miembros de la comisión dictaminadora de la tesis.

**3.- REQUISITOS PARA EL NOMBRAMIENTO DE  
NUEVOS PROFESORES UNIVERSITARIOS.-**

a).- Las vacantes que se presenten en cualquiera de las Facultades o Escuelas de la Universidad para profesores de Matemáticas, Física, Química, Biología, Geología, Geografía y Astronomía deberán ser cubiertas por personas que tengan el grado de Maestro en Ciencias o el de Doctor en Ciencias en la respectiva especialidad.

b).- En el caso de la Escuela Nacional Preparatoria también podrán ser nombrados profesores de las asignaturas anteriormente mencionadas las personas que hayan obtenido el título de Profesor de la asignatura de que se trate para Escuelas Preparatorias.

c).- En el caso de la Escuela de Iniciación Universitaria podrán así mismo ser nombrados profesores de las mismas asignaturas las personas que hayan obtenido el título de Profesor de la materia respectiva para Escuelas Secundarias y Normales o para Escuelas Preparatorias.

d).- Sólomente cuando se trate de candidatos de indiscutible competencia, a juicio del H. Consejo Universitario, podrán ser nombradas personas que no tengan los grados académicos o títulos profesionales que se mencionan en los incisos anteriores.

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA.**

**Plan de estudios para el grado de MAESTRO EN CIENCIAS**

**TERCER AÑO  
(Cursos Superiores)**

La asignatura "Laboratorio de Medidas Físicas" se reemplaza por "Astronomía Física y Prácticas Astronómicas".

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS**

**Plan de estudios para la carrera de PROFESOR  
DE MATEMATICAS PARA ESCUELAS SECUNDARIAS Y NORMALES**

La inscripción en las asignaturas de esta carrera se hará en la Sección encargada de las inscripciones de la Facultad de Ciencias. Es requisito previo tener el Título Normalista o haber terminado la Secundaria.

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMATICAS**

**Plan de estudios para la carrera de PROFESOR  
DE MATEMATICAS PARA ESCUELAS PREPARATORIAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

Complementos de Algebra  
Complementos de Geom. y Trig.  
Geometría Anal. (Sec. Cón)  
Geom. Anal. y Cál. Dif e Int.  
Geom. Anal. y Calc. Dif. e Int. y Ec. Dif.  
Cálculo Práctico.

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
A.- Estudios obligatorios**

Filosofía de la educación		2	semestres
Psicología de la educación	2	"	"
Psicología de la adolescencia		2	"
Formación y estimación de pruebas mentales		2	"
Técnica general de la enseñanza en escuelas secundarias y técnica especial de la			

enseñanza de la materia que se trate de	1	"
profesar	2	"
Historia de la educación		

#### B.- Estudios optativos

Dos semestres a elegir entre

Antropología física exploratoria de las aptitudes, cualidades, y defectos físicos de los adolescentes,

Psicotécnica especial de las dotes y de las funciones psíquicas de los adolescentes;

Sociología de la educación que se estudiará mediante la exploración sistemática de los factores sociales que concurren a formarla,

Técnicas exploratorias de los progresos de la educación individual de los adolescentes;

Historia de la educación (curso monográfico)

Traducir un idioma (Francés, Inglés o Alemán).

La inscripción en las asignaturas de esta carrera se hará en la Sección encargada de las inscripciones de la Facultad de Ciencias. Es requisito previo tener el Bachillerato en Ciencias Físico-Matemáticas, o cualquier otro Bachillerato que incluya las mismas matemáticas.

#### TITULO

Para que el alumno reciba el título de PROFESOR DE MATEMATICAS EN ESCUELAS PREPARATORIAS se requiere: a) que haya sido aprobado en todas las materias que exige el presente plan de estudios, b) que sea aprobado en la tesis que sobre la enseñanza de las matemáticas se le señale; c) que sea aprobado en el examen profesional que sustente ante un jurado compuesto de cinco sinodales.

#### LA COMISION DICTAMINADORA

Ing. Mariano Moctezuma  
 Dr. Joaquín Gallo  
 Dr. Fernando Orozco  
 Dr. Ignacio González Guzmán  
 José Maiz Mier  
 Jaime Sordo  
 Manuel Chárvel

**LA COMISION REDACTORA ESTA CONFORME CON EL PRESENTE  
DICTAMEN:**

**Ing. Ricardo Monges López  
Dr. Alfredo Baños Jr.  
Prof. Isaac Ochoterena**

---

\* La parte de este dictamen que aparece en este apéndice sólo es la que tiene relación con las materias de matemáticas y física.