

## Historia de los inicios de la enseñanza del cálculo infinitesimal en México: 1785-1867

Victoria América López García<sup>1</sup>

### RESUMEN

En esta investigación, se ofrece un panorama histórico de la enseñanza del cálculo desde que se expuso la primera clase de la disciplina en el Real Seminario de Minas, a fines del siglo XVIII, hasta la época en que se promulgó la ley de Educación Pública, el 2 de diciembre de 1867, con lo que se inicia la época moderna de la educación mexicana. Se analiza la enseñanza del Cálculo en las dos grandes instituciones en las que echa raíces la enseñanza de la ciencia moderna en México, es decir, la Real Academia de San Carlos y el Real Seminario de Minas. Para entender de forma más completa la historia de la enseñanza del Cálculo Infinitesimal, fue necesario considerar las instituciones, los maestros, los programas de estudio y los libros de texto, así como tener en cuenta los hechos claves de la sociedad de la época.

### ABSTRACT

In this research, we offer a historical panorama of the teaching of calculus since the presentation of the first class of this discipline in the Real Seminario de Minas, at the end of 18<sup>th</sup> century, until the period when the Public Education law was put into force on December 2, 1867, with which the modern period of Mexican education starts. We analyze the teaching of calculus in two important institutions in which the roots of modern science in Mexico lies, namely, Real Academia de San Carlos and Real Seminario de Minas. In order to understand the history of the teaching of Infinitesimal Calculus more completely, it was necessary to consider the institutions, teachers, programs of study and textbooks, as well as to take into account the key factor of the society of that time period.

### OBJETIVOS

Establecer un marco histórico socio-cultural que permita reflexionar sobre el por qué de los cambios, las permanencias y las reformas en los programas de Cálculo y planes de estudio a lo largo del período estudiado.

Revalorar el trabajo de maestros ilustres que escribieron como resultado de su labor docente, con mayor o menor fortuna, libros de texto.

Recuperar procedimientos didácticos utilizados en el período, no solo como curiosidad histórica sino también como recursos alternativos en la enseñanza.

Buscar rasgos de originalidad en el quehacer de la enseñanza de la Matemática en México.

Elaborar una bibliografía que permita orientar los trabajos que profundizan en este campo.

### JUSTIFICACIÓN

El interés por la historia de la enseñanza de la matemática adquirió mayor relevancia para mí, al analizar un artículo sobre el texto más antiguo del Cálculo cuando participé en 1984 en un seminario sobre la enseñanza del Cálculo dirigido por el Dr. Guillermo Arreguín Sánchez, en el marco de la Maestría en Matemáticas Educativa en el CINVESTAV del I.P.N. la que cursé aprovechando mi primer año sabático. Por supuesto, mi motivación profunda surge de mi preparación académica docente (educadora, profesora de educación primaria, licenciada en educación normal especializada en matemáticas) y también de mi vida profesional de más de 30 años la que se desarrolló trabajando siempre frente a grupo. De ellos, los últimos veinte en las "vocas" del I.P.N. y en escuelas particulares impartiendo Matemáticas, en especial Cálculo. Desde entonces, me enfrenté a los graves problemas que desde siempre tiene la enseñanza de las Matemáticas: altos índices de reprobación, escasez de bibliografía adecuada, pseudo

<sup>1</sup> Asesora de CONALEP, México.

evaluaciones, maestros improvisados sin preparación docente, etc. Las inmensas posibilidades que para la enseñanza tenía el estudio de la historia del desarrollo de los conceptos matemáticos fueron evidentes para mí a partir de dicho seminario y aún me parecieron mayores cuando localicé la obra de Don Francisco Díaz Covarrubias, “Análisis Trascendente” (cuya primer edición apareciera en México en 1873) e intenté establecer un paralelo entre este primer texto del cálculo escrito por un mexicano y el libro de L'Hospital, primer texto para la enseñanza del Cálculo al que me referí al principio. Al analizar el libro de Díaz Covarrubias y al pretender ubicarlo en la época y circunstancias donde aparece, encontré muy poca información al respecto, ya que la enseñanza de las matemáticas es un aspecto al cual los investigadores mexicanos no han prestado todavía suficiente atención. Esta falta de interés me sorprendió pues, como digo más arriba, desde entonces soy una convencida de que la historia tiene posibilidades como herramienta de primer orden en el proceso de enseñanza y en especial en el de las matemáticas.

Y al intentar analizar la obra de Díaz Covarrubias, como digo, y ubicar histórica y culturalmente a su autor, buscando sus antecedentes académicos: lugar donde estudió, quiénes fueron sus maestros, en qué texto se apoyó y otros, tuve que remontarme en la historia de México hasta que llegué a la fecha de 1785 y, a medida que iba recopilando información de las más diversas fuentes y al intentar organizarla, como si fuera un rompecabezas, cuya forma sería la realidad de la enseñanza del Cálculo en México, comenzaron a surgir una serie de preguntas cuyas respuestas aún no conocía, pero que seguramente, estarían en alguna parte. A la búsqueda de esas respuestas dediqué muchísimo tiempo. A veces los trabajos fueron infructuosos, otros no tanto. El resultado de esta investigación se refleja en este documento.

#### *MARCO TEÓRICO*

Dado que en nuestro medio no se han realizado estudios sistemáticos en este tipo de investigación, he considerado conveniente recurrir a autores que han trabajado en Historia de las Matemáticas como Carl Boyer, Grattan-Guinness, Rey Pastor y Babini, Ribnikov, K., etc.

Por otra parte, se elaboró una malla de análisis recurriendo a la “Didáctica de textos de matemáticas”. IREM, Lyon. Boletín INTER-IREM 18. Historia de las Matemáticas y Epistemología, Lyon, Francia.

Y para los fundamentos modernos del cálculo se consideró a autores como Moise, Edwin; Granville; Navier, y varios más.

#### *METODOLOGÍA*

Se usaron como herramientas de trabajo: una Malla de análisis, y diversas fuentes referidas a la Historia de la Matemática, de la Educación en México, de la Ciencia en México y en general, obras sobre Epistemología, etc..

A. Malla de análisis. Para llevar a cabo el estudio de los libros de texto de este período se hizo uso de la malla de análisis diseñada con las partes siguientes:

1. **UBICACIÓN DEL TEXTO.** Se hablará del autor, nacimiento, preparación, ejercicio de la docencia. Obras aparte de la analizada. Otros tipos de trabajo, nombre de la obra y datos sobre las diferentes ediciones, lengua en la que fue escrita, traducciones, si las hubo, conservación de la notación y del simbolismo original. Importancia del texto. Su disponibilidad en el mercado. Generalidades.
2. **NATURALEZA DEL CONTENIDO DEL TEXTO.** Tipo de obra de la que se trata: de investigación didáctica, etc., objetivo del texto declarado por el autor. Análisis del contenido referido exclusivamente a la parte del Cálculo Diferencial e Integral. Referencias bibliográficas del autor. Bibliografía sucinta ligada al texto.
3. **OPINION PERSONAL SOBRE EL TEXTO.** Cómo el autor se introduce

en la problemática. Relación de los objetivos que se propone el autor y los logrados al desarrollar la obra. Principales efectos producidos por el texto en la época de su utilización.

- B. Recopilación de datos en periódicos de la época y en obras fundamentales para ubicar históricamente el desarrollo del trabajo, en sus aspectos social, cultural, político y educativo.
- C. Localización de los libros de texto utilizados, como textos de Cálculo.
- D. Reunión de los mayores datos posibles para una breve biografía de los autores de los libros de texto.
- E. Análisis - usando esta malla- de los libros de texto de los autores encontrados.
- F. Comparación de algunos desarrollos didácticos entre los libros de texto analizados.

#### *PRINCIPALES HIPÓTESIS DE TRABAJO*

1. En un primer acercamiento al tema nos preguntamos cómo fue la enseñanza del Cálculo Infinitesimal (Cálculo Diferencial e Integral), nos propusimos investigar cuales fueron sus rasgos básicos y localizar las fuentes más accesibles. Posteriormente se procuró puntualizar.
2. Cuándo, dónde y por qué se inicia la enseñanza del Cálculo Infinitesimal en la Nueva España y después en México.
3. También nos propusimos a responder a preguntas tales como: cuáles fueron los textos y sus contenidos y los antecedentes profesionales y académicos de los maestros que iniciaron en México la enseñanza del Cálculo y de aquéllos que continuaron esta tarea.
4. Si en este período se discierne algún rasgo de originalidad en la enseñanza.
5. Si los libros de texto usados por los profesores para la enseñanza del Cálculo Infinitesimal fueron los mismos con los que el profesor aprendió, justificaría que fueran utilizados durante grandes períodos, algo que ocurre con varios textos hoy en uso, Granville para Cálculo, Lhemann para Geometría Analítica, los Baldor, etc.. El libro de Leithold, podría ser el último hasta ahora con estas características aunque se renueva de edición en edición.
6. Existen en la Nueva España, por lo menos tres instituciones educativas de nivel superior en las que se estudia Matemáticas y se pudiera dar la enseñanza del Cálculo.

#### *INTRODUCCIÓN*

La historia de la educación en México permite ubicar nuestras experiencias educativas en una perspectiva mas amplia, ayudándonos a reflexionar para conocer profundamente el medio educativo y así evitar errores del pasado y tener elementos adicionales para explicarnos el presente.

En este trabajo, como resultado de la investigación, se ofrece un panorama histórico (poco más que un esbozo) de la enseñanza del cálculo desde que se expuso la primera clase de la disciplina en el Real Seminario de Minas, a fines del siglo XVIII, hasta la época en que, en seguida de la caída del Segundo Imperio, Benito Juárez promulgó, orientado por el positivismo, la ley de Educación Pública, el 2 de diciembre de 1867, con que se inicia la época moderna de la educación mexicana.

En este lapso, por las razones que se dan más adelante, analizo la enseñanza del Cálculo en las dos grandes instituciones en las que echa raíces la enseñanza de la ciencia moderna en México. Estas instituciones fueron fundadas en la colonia y continúan hasta nuestros días aunque con denominaciones diferentes a las de origen: la Real Academia de San Carlos y el Real Seminario de Minas. En la primera se preparan inicialmente los arquitectos, después los ingenieros, que construirían todos los edificios públicos, religiosos y privados más importantes que se erigieron en el territorio mexicano, desde la creación del plantel, hasta después del segundo tercio del siglo XIX.

Al otro establecimiento estudiado, el Real Seminario de Minas se le señala, por preparar los “facultativos de minas” encargados de llevar los avances de la ciencia y la

técnica a la industria extractiva, de la Nueva España primero, y después al México Independiente, objetivo que cumple en forma precaria a lo largo de su existencia. Más adelante, el plantel tendrá, además que formar geógrafos, geólogos, etc..

Los libros de texto utilizados en ambos planteles, son básicamente dos: el de Benito Bails, vigente durante algo más de los primeros 60 años del Seminario y el de Mariano Vallejo, que desde la época de la independencia hasta principios del siglo XX se utilizó en diversos establecimientos educativos. También brevemente (en 1793) fue texto de Minas, la obra de Juan Justo García.

Cronológicamente este trabajo abarca el período comprendido entre los años 1785 y 1867. La primera fecha corresponde a la fundación de la Real Academia de San Carlos y la segunda, al inicio de la educación moderna mexicana.

La referencia más antigua y confiable sobre el inicio del primer curso de cálculo que se impartió en lo que es hoy territorio nacional se encuentra en la obra: “Datos para la historia del Colegio de Minería”, de Santiago Ramírez. En ella se anota que en 1797 fue el profesor Andrés J. Rodríguez, el primero en enseñar la materia a un grupo de cinco o seis alumnos del Seminario de Minería

Para entender en forma más completa este esbozo de la historia de la enseñanza del Cálculo Infinitesimal creí necesario considerar las instituciones, los maestros, los programas de estudio y los libros de texto, así como tener en cuenta los hechos claves de la sociedad de la época. Por ello este trabajo se estructura en tres partes.

La primera “La ciencia y la educación en la Nueva España en el siglo XVIII”, donde se tratan las componentes educativas (fundamentalmente los matemáticos); y se hace una referencia a algunas personalidades que sobresalieron en este período y sus nexos con hombres de ciencia españoles y europeos. También, por razones de contexto, se dice algo de las expediciones científicas, que tuvieron su origen en el territorio colonial y se analizan algunas de las razones para la llegada de la “Ciencia Moderna”, a la Nueva España.

En la segunda parte: “Las instituciones educativas”, estudiamos la Real Academia de San Carlos y el Real Seminario de Minas, haciendo referencia a sus planes de estudio y en especial a los programas y a los maestros de matemáticas, en un marco donde quedan explícitos, los avatares por los que pasaron estos planteles y los estragos que les ocasionaron los movimientos sociales de ese período.

En la tercera parte: “Los libros de texto”, se analizan a través de una malla de análisis, las tres obras más usadas y de mayor impacto que he mencionado anteriormente; las de Bails, J.J. García y Vallejo. También se comparan entre sí y con algunas otras obras que para la mitad del siglo XIX habían sustituido a éstas en España. Se valora su calidad didáctica y la vigencia de su contenido científico.

No considero que el tema quede agotado pues también se enseñó cálculo en parte del período considerado, en otras instituciones, pero salvo alguna referencia sucinta en alguna parte del trabajo no se habla de ello. Por ejemplo, el Cálculo está incluido en los programas del Colegio Militar casi desde su creación, en 1823 y, en el Colegio de San Nicolás de Valladolid (hoy Morelia), en un momento fugaz de su larga vida, se impartió el cálculo. Un análisis más cuidadoso en estas instituciones queda para una segunda oportunidad.

### **El siglo XVIII para la Nueva España se divide en dos partes bien identificables.**

A principios de siglo no aparece ninguna personalidad de tanto relieve como las que iluminaron los últimos veinte años del siglo anterior donde con luz propia aparecen Don

Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700) y Sor Juana Inés de la Cruz (1651-1695). Ambos, si bien no rompen con el escolasticismo lo fuerzan e intentan hacer coincidir sus concepciones con las nuevas ideas que se infiltran a través de los libros que leen.

Sin embargo, a principios de siglo, la universidad (la Real y Pontificia Universidad de la Nueva España), sigue con sus actividades educativas iniciadas en 1553 con cinco facultades: Teología, Leyes, Cánones, Arte y Medicina con más de veinte cátedras, entre ellas, en Medicina Matemáticas.

Como sus homólogas europeas a cuya imagen había sido creada, otorgaba los tres grados clásicos: Bachiller, Licenciado y Doctor.

Junto a ella, desarrollan sus actividades los Colegios los cuales alimentaban a la universidad preparando a sus educandos con estudios elementales desde las primeras letras, en casos formando bachilleres y, en circunstancias especiales, licenciados.

Estos colegios estuvieron manejados por diversas órdenes religiosas, pero desde su llegada a la Nueva España en 1572, los jesuitas organizaron colegios, de todos los niveles educativos y en todas las ciudades importantes del virreinato. Inicialmente la educación en los planteles de estas órdenes religiosas era el tradicional escolasticismo pero posteriormente surge una corriente moderna y renovadora que prometía el retorno a las fuentes originales, el empleo del método experimental y el estudio de las modernas ciencias naturales y exactas.

Esta corriente triunfa precisamente a mediados del siglo gracias a un grupo de jesuitas jóvenes, nacidos en la Nueva España, que además de emplear nuevos métodos pedagógicos, reescribieron los textos escolares para adecuarlos, en forma y contenido a las nuevas ideas.

El panorama de la metrópoli era algo diferente. El principio del siglo XVIII, se caracteriza por la llegada de la dinastía de los Borbones que desde el principio impulsan reformas, educativas, culturales y económicas con la intención de llevar a un país feudal, como entonces era España, al mismo nivel de Inglaterra y Francia, en plena Revolución Industrial.

La llegada de Carlos III acelera estas reformas: modifica las universidades tradicionales y crea nuevas instituciones educativas, las seculariza y les asigna programas de estudio acordes con las nuevas necesidades, crea academias e instituciones científicas, permite la libre circulación de libros extranjeros y fomenta la prensa periódica. Envía al extranjero a estudiantes distinguidos. Por fin, quita ciertos gravámenes y crea otros, da los pasos finales para la centralización económica, política y administrativa y unifica el derecho.

Su política hacia sus colonias es de una expoliación científica, envía al virreinato, visitantes, inspectores y virreyes progresistas quienes modifican las estructuras administrativas, (crea las Intendencias) fomentan la minería, proponen nuevas industrias, fomentan el comercio entre las colonias y con España. Bajan algunos impuestos, medida que, paradójicamente, incrementa los ingresos fiscales hasta tres veces. Promueve numerosas expediciones científicas, algunas que parten directamente de Europa y otras salen del territorio del virreinato. En algunas de ellas colaboran Miguel Constanzó y Diego de Guadalajara a quienes encontraremos posteriormente como maestros de Matemáticas en San Carlos.

En lo educativo se pierde la colaboración de los jesuitas expulsados en 1767, pero se beneficia en este aspecto la Nueva España, pues se crean nuevas instituciones cuya característica básica es su estatuto laico. No dependen de la iglesia, solo ésta participa en los servicios religiosos.

Las nuevas instituciones: Colegio de las Vizcaínas, Escuela de Cirugía, Jardín Botánico, Real Academia de San Carlos y el Real Seminario de Minería, colocan a la Nueva España en el camino de la ciencia moderna.

Cada una de estas instituciones se desarrolla en su ámbito específico y forman las primeras generaciones de artistas, técnicos, ingenieros, arquitectos y médicos que el proyecto de colonia concebido por los consejeros de Carlos III y de su sucesor, Carlos IV, iría a requerir para satisfacer las demandas de estas nuevas profesiones.

Por otra parte, aunque ofrecían oportunidades similares a todos los habitantes, en la práctica favorecían a la población criolla la que de muchas maneras estaba siendo alertada por las conmociones que significaron la independencia de Estados Unidos, la Revolución Francesa y la etapa de la Revolución Industrial, iniciada en Inglaterra.

La mayoría de estas instituciones tienen como modelo a sus homólogas españolas y de ellas reciben como directores y catedráticos a peninsulares que habían pasado por sus aulas. Al principio no aceptan a los americanos como maestros, pero a medida que egresan criollos de sus aulas éstos ocupan en su momento el lugar de los europeos.

Esta apertura de los borbones hace por una parte que la Universidad intente modernizarse y cree la cátedra de Instituciones de Francisco Jacquier que hacía énfasis en la enseñanza de la Física moderna, la Matemática y la Lógica que incluía Ética y Metafísica.

Por otra parte llegan a la Nueva España obras autorizadas de Tosca y de Feijoo y de contrabando, escapando de la Santa Inquisición, disimuladas con tapas de obras pías se introducen las ideas de los enciclopedistas franceses como Rosseau, Voltaire, D'Alambert, Diderot.

Nutriéndose de estas lecturas se forman personalidades autodidáctas de las que se hacen esbozos biográficos en la tesis. Se menciona a José Antonio Alzate (1737-1799); Juan Benito Díaz de Gamarra (1745-1783); José Ignacio Bartolache (1739-1790); Joaquín Velázquez Cárdenas de León (1732-1786); Antonio de León y Gama (1735-1802). Finalmente, cerramos esta parte con una referencia sucinta a los matemáticos y a la matemática de España y de la Nueva España.

Dos instituciones educativas: Real Academia de San Carlos y El Real Seminario de Minas

#### *La Real Academia de San Carlos de la Nueva España*

El período que va desde su fundación hasta la Independencia de México (1785-1821) tiene a su vez dos tiempos, uno de auge y de continuo desarrollo, de logros importantes que llega hasta los primeros años de las guerras de independencia y el segundo de profunda decadencia durante los diez años que éstas duran.

El auge de la Nueva España y la necesidad de una institución, como la Real Academia de San Carlos, que además de prestigiar a la ciudad, producía artistas, ingenieros e incluso decoradores y diseñadores, permitieron que San Carlos fuera provista de los recursos humanos, financieros y materiales así como de todos los apoyos políticos, el Virrey era su viceprotector que debería vigilar que todo marchase bien en la Academia.

*Estructura inicial.* Inmediatamente de fundada, se designó un presidente, elegido de por vida, cargo que recayó en D. José Fernando Mangino, que sería el motor de la Academia. En orden de autoridad seguían los conciliares que eran elegidos entre sus patrocinadores: Consulado de Comerciantes, Tribunal de Minas, etc. Se agrega a los anteriores, los Académicos de Honor, título que se daba a personas de prestigio y que hubieran favorecido con donaciones o trabajos a la Academia. Pero la carga del trabajo recaía sobre el Director General, los Directores (de materia) y los tenientes de Directores. D. Jerónimo Antonio Gil fue el primer Director General desde la fundación hasta su muerte acaecida en 1798.

Los Directores Generales tenían entre sus funciones la de dar clases en su

especialidad pero no era su única responsabilidad, entre ellas además estaba la de determinar sobre la calidad de las obras de arte y en el caso de los de Arquitectura y Matemáticas eran los encargados de dictaminar no solo sobre la calidad artística de los edificios que se intentaban erigir en el virreinato sino también sobre la viabilidad técnica de las construcciones. Y como la Academia era neoclásica sólo las construcciones de este estilo se autorizaban. Llegando a extremos no solo de abandonar lo churrigueresco en las nuevas obras, sino también, como lo señala indignado Benítez, mucha obra anterior fue destruída por no pertenecer a los nuevos cánones.

De acuerdo con los estatutos deberían nombrarse diez directores pero por las circunstancias del plantel solo se nombraron siete: dos de Pintura, uno de Escultura, uno de Arquitectura, uno de Matemáticas y para Grabado, dos. El nombramiento de dos directores en Pintura se justificaba por ser la clase mas concurrida y los dos de Grabado, porque se requerían especialistas para cada rama: medalla y de lámina.

Los primeros directores fueron españoles, así llegaron a México, entre 1786 y 1788 D. Antonio González Velázquez, como director de Arquitectura; Joaquín Fabregat, de Grabado; Gines de Aguirre y Cosme de Acuña y Troncoso, para Pintura; y José Arias para la dirección de Arquitectura. A la planta inicial se incorpora D. Miguel Constanzó que ya era residente en la Nueva España, quien juntamente con D. José Ortíz, se hace cargo de la dirección de Matemáticas.

El primer criollo que lograría el puesto de director será Don Diego de Guadalajara quien sustituye a Constanzó. Durante el período colonial, pasaron por sus aulas entre tres y cuatro mil alumnos, la mayoría artesanos pobres o jóvenes aspirantes a tenderos que buscaban aprender Matemáticas. Muchos de ellos eran muy pobres y la Academia debía proveerlos de hojas de papel, carboncillo, etc. En casos extremos algunos alumnos llegaron a solicitar hasta ropa para presentarse en las clases.

Ser alumno de San Carlos no dejaba de dar cierto prestigio, aunque no se compara su “estatus” con el de un universitario.

Culminaba la carrera del estudiante al obtener la Orden de Académico de Mérito, el título era comparable al grado de doctor que otorgaban las universidades y debe homologarse con un doctorado en Bellas Artes, muy pocos lo lograban.

El sistema de enseñanza. El entrenamiento era intensivo más que extensivo. El conocimiento se construía sobre pequeños segmentos con cierta secuencia y se integraba hasta el cierre de la carrera, al contrario que en la actualidad.

*Planes de estudio.* A San Carlos se le encarga el desarrollo de las cualidades artísticas de los habitantes de la Nueva España. Para ello establece las direcciones de Pintura, Escultura, Grabado, Arquitectura y Matemáticas. Esta última funcionará en forma independiente y apoyará a las otras direcciones sobre todo a la de Arquitectura.

San Carlos no tuvo inicialmente un verdadero plan de estudios, a lo más, existían en los estatutos un cierto número de indicadores que les permitirían a los directores impartir las clases. Así por ejemplo los que elegían Arquitectura, trabajaban desde el principio en sus propias salas. La Arquitectura y las Matemáticas debían trabajar de común acuerdo. Además explicarían aquellas partes o tratados de Matemáticas que determinen conjuntamente. Este plan de estudios permaneció vigente hasta 1847.

*Los profesores de matemáticas.* El perfil de los profesores de matemáticas estaba bien definido en los Estatutos, se pedía un maestro que conjuntara una preparación matemática con la práctica de la arquitectura.

Don Miguel Constanzó el primer profesor de matemáticas, era español pero los siguientes Diego de Guadalajara y Tello, que sustituye a Constanzó; Don José Avila Roxano sucesor de Diego; y después Don Manuel Antonio Castro son ya nativos de la Nueva España. En la época independiente, además de Don Manuel Antonio Castro que continúa con su cátedra, hasta su muerte acaecida en 1854, fueron maestros de Matemáticas José María Echandía, Francisco Hermosa, Manuel Rincón, José María Rega, Juan Cardona, todos ellos nacidos en México.

Casi desaparecida la Academia en los primeros veinte años de vida independiente de México, gracias a la acción de Santa Ana quien le asigna los recursos de la lotería, logra su recuperación a partir de 1843. Desde esta fecha y con tales recursos enviará alumnos becarios a Europa, y contratará allí mismo maestros de pintura, grabado, escultura y finalmente en 1857 logra la incorporación como Director General de Javier Cavallari quien hasta entonces era Director de la Academia de Milán y ya conocido por sus trabajos arquitectónicos y quien permanecerá en el puesto hasta 1860.

En esta nueva etapa, la Academia no solo prepara Arquitectos sino Ingenieros e incluye en sus planes de estudio materias como Construcción de Ferrocarriles, estructura de Hierro, etc.

#### *EL REAL SEMINARIO DE MINERÍA*

El 2 de enero de 1792, se inaugura el Real Seminario de Minas. Llegar a este día no había sido fácil, la necesidad que tenía la corona de aumentar sus ingresos, hizo que procurara la revitalización de las industrias extractivas, las que habían bajado sus cotas de producción, por agotamiento de las minas y la baja técnica empleada.

Así en 1776 se había creado el Real Tribunal de Minas gracias a los esfuerzos de Velázquez de León y Juan Lucas de Lassaga quienes fungían desde esa fecha como Administrador General y Director General respectivamente. Ellos impulsaron la elaboración de las Reales Ordenanzas sobre la materia.

En 1786 mueren ambos y, en contra de las mismas ordenanzas nombran en España a Fausto de Elhuyar, quien tenía una trayectoria relevante en el ramo de la minería. Llega a Veracruz en 1788. Los treinta y tres años siguientes de su vida las dedicaría a la Nueva España en especial al Real Seminario de Minas. En la historia de este, necesariamente Elhuyar ocupa un lugar protagónico hasta 1821; al triunfo mexicano, renuncia al cargo y regresa a España donde es nombrado Director General de Minas.

Gracias a los esfuerzos de Elhuyar y del cuerpo de profesores, la escuela prepara técnicos e ingenieros los que a su tiempo relevaron a los que anteriormente, habían llegado de España.

El Real Seminario tuvo profesores como Andrés Manuel del Río discípulo de Lavoisier, descubridor (aunque no reconocido) del wolframio autor de ORITOGNOSIA (usada en España y Perú como libro de texto), cuando México se independizó del Río se nacionalizó y pudo así continuar su labor educativa en su nueva patria hasta su muerte ocurrida en 1849.

También merece mencionarse a Bataller, primer profesor de Física Experimental en la Nueva España, quien dejara unos apuntes inéditos sobre la materia.

El Seminario muestra su papel de transmisor de la ciencia, al traducir la química de Lavoisier, por primera vez al español para uso de la clase de la institución.

Fue también en el Colegio donde se impartió por primera vez un curso de *cálculo diferencial e integral* en la Nueva España.

Durante los siguientes 20 años la ciencia en México estuvo al nivel de lo más avanzado de Europa. Después lamentablemente los acontecimientos políticos hicieron que



la escuela viviera, en el mejor de los casos de sus grandeza pasada repitiendo clases y programas con contenidos obsoletos. Y del mismo modo, la ciencia mexicana. Después de haber latido al unísono con Europa durante casi 4 lustros sufrió un atraso de casi 50 años (lo que va de 1810 a 1860). En la década de los sesenta rompe etapas e intenta con el positivismo ponerse a la par de los nuevos tiempos.

El Plan de Estudios es esquemático y lineal : originalmente el primer año era dedicado a las Matemáticas; el segundo a Física ; en tercer año se estudiaba Química Mineral; en cuarto año, Mineralogía y como cursos complementarios: Dibujo (dos años), Delineación (tres años), Gramática Castellana y Francesa (tres años) que se desarrollaban paralelamente a las fundamentales.

Una vez completados los estudios teóricos los alumnos pasaban a practicar por tres años a un real de minas. Luego de un examen exhaustivo el alumno se titula como *perito facultativo de minas* o de *ensayador*.

A pesar de las circunstancias del Colegio el cual dependía económicamente del Tribunal de Minería y tenía la posibilidad de contratar personal idóneo, de dotar al plantel de los laboratorios y colecciones adecuadas, en la práctica el plan fue sufriendo modificaciones.pues debieron tomarse en cuenta las condiciones académicas en que ingresaban los alumnos pues desde un principio se vio la necesidad de desdoblarse el curso de Matemáticas y aumentar así un año la carrera pues de otra manera no podrían desarrollarse los cursos de Física en el nivel que se deseaba.

En 1797 el segundo curso de Matemáticas incluía el estudio del cálculo, y desde 1798 hasta 1803 el Cálculo Diferencial e Integral se trataba al comienzo del curso de Física pero de 1803 en adelante, vuelve al segundo curso de Matemáticas.

*Los maestros.* Al igual que en San Carlos, los primeros maestros que contrata el colegio son peninsulares. Coincidentemente el primer maestro de matemáticas de San Carlos y el primero de Minería, son militares que radican en México desde tiempo atrás.

El Capitán José Rodríguez, que inicia en 1792 el primer curso de Matemáticas estudió la materia en la Sociedad Militar de Madrid, posteriormente completa su formación en las minas de Almadén donde estudia Geometría Subterránea y Mineralogía. En 1788 se le comisiona al Seminario de Minas en la Nueva España, donde Fausto de Elhuyar, Director del plantel después de examinar sus conocimientos lo ubica como maestro de matemáticas.

Los siguientes maestros de Matemáticas serán ya nacidos en el territorio nacional y productos del plantel.

El primer maestro de Física Francisco Bataller, dejó inédito un Tratado de Física.

Luis Linner impartió en primer curso de Química que se dió en la Nueva España. Se basó en la novísimas ideas de Lavoisier y para ello se tradujo al español la obra de este científico. Sus clases se vieron muy concurridas, lo que señala el gran hueco que existía en la Colonia.

Las clases de Mineralogía, ya se mencionó estarían a cargo de Don Andrés del Río desde la inauguración de la cátedra en 1794 hasta su muerte en 1849.

En forma similar a lo que ocurrió con los maestros de Matemáticas, los sustitutos de estos maestros serán todos criollos y egresados del plantel.

*Los alumnos.* El Reglamento del Seminario de Minas basado en las Ordenanzas de 1773, establecía que habría 25 alumnos de dotación los cuales deberían de tener entre 14 y 20 años de edad, dominar las primeras letras y la aritmética. Por otra parte solo se

recibirían como alumnos hijos o parientes cercanos de mineros establecidos sin importar si eran criollos, mestizos o indios.

Durante la permanencia en el plantel se les dotaba de ropa, alimentos y los libros y demás artículos para el estudio.

Debido a la mala preparación académica con que se incorporan la mayoría de los alumnos, los integrantes de la primera generación permanecieron en el plantel algunos seis y otros siete años.

*El Seminario después de 1821.* En los primeros años del México independiente la vida del Colegio fue precaria. En 1821 renuncia Fausto de Elhuyar, Director General desde su fundación y es hasta 1826 cuando se nombra al primer Director de la época independiente y símbolo de las condiciones por las que atravesaba el país la designación recae sobre un militar, el Coronel Francisco Robles. Su sucesor desde 1843 será otro militar, el General José María Tornell. Este año transforma al Colegio de Minería al que hasta ahora había seguido en general las pautas de su fundación. A partir de esa fecha se podrá egresar, según el plan de estudios que se elija, como Agrimensor, Ensayador, Apartador de Oro y Plata, Beneficiador de Metales e Ingeniero de Minas (primera vez que se usa este título en México). Además se agregan dos nuevas carreras: Naturalista y Geógrafo.

Posteriormente empieza una etapa de altibajos para el Colegio hasta que en 1867 se transforma en Escuela de Ingeniería.

*ANÁLISIS DE LOS LIBROS DE TEXTO: BAILS, GARCÍA Y VALLEJO*

Aquí ofrecemos los resultados de la investigación sobre los libros de texto, que como apoyo de la enseñanza del Cálculo, fueron usados en la Nueva España.

La primera conclusión a la que se arriba es que únicamente la Real Academia de las Bellas Artes de San Carlos, fundada en 1785, y el Real Seminario de Minería que abre sus puertas en 1792, incluyen en sus planes de estudio un curso de Cálculo, necesario en ambos planteles para llevar el tratamiento de la Física a niveles satisfactorios para la formación de los profesionales que egresarían de esas instituciones.

Una segunda conclusión es que en ambas instituciones el texto utilizado originalmente y hasta muy entrado el siglo XIX es el de Benito Bails. Esporádicamente, en 1793 y mientras llega a la Nueva España la obra de Bails, se aprovecha la Obra de Juan Justo García, Elementos de Aritmética, Álgebra y Geometría. Editado en Salamanca en 1782. Posteriormente, la obra de Vallejo es usada en varias instituciones educativas. En la tesis se aportan variadas evidencias sobre el uso como texto de Cálculo de estas obras. Finalmente las obras en forma aislada son sometidas a la malla de análisis descrita anteriormente y de cuya aplicación ahora se dará un ejemplo, utilizando la obra de Benito Bails.

Para el desarrollo de esta parte del trabajo se tuvo a la vista: Bails, Benito. Principios de Matemáticas. Tomo II. Reimpreso para uso de los alumnos del Seminario Nacional de Minería por orden del Coronel José Francisco Robles. Apoderado General De los mineros y Director del mismo Seminario. Edit. Imprenta de Galván México, 1828. p. 414 + 20 láminas.

Ubicación del Texto. Don Benito Bails, nació en Barcelona en 1730, murió en Madrid en 1797. Realizó sus primeros estudios en Toulouse con los jesuitas. Se destaca en Matemáticas y Teología. A los 24 años fue a París invitado a escribir lo referente a España para el diario histórico y político general que dirigían Condorcet, D'Alambert, y otros literatos.

Casi al final de su vida, en 1791, la Santa Inquisición, lo tuvo preso 10 meses, tal vez por su cercanía con los enciclopedistas y en 1792 lo destierran a Granada. En esta

ciudad estuvo en el Convento de las Carmelitas Descalzas. En 1795 regresa a Madrid, en septiembre de ese año queda baldado del brazo derecho. Se le encarga escribir unas “Instituciones de Geometría Práctica”, las cuales se imprimen en 1797 (hacia tres meses que había fallecido).

Obras máximas: Aritmética (1772); Principios de Matemáticas (4 volúmenes), 1776; Elementos de Matemáticas (12 volúmenes) 1779-87, que tuvieron repetidas ediciones pues se fijaron como textos obligatorios en las diversas Academias de Bellas Artes y Escuelas de Dibujo en España y en la Academia Militar de Barcelona. Escribió y tradujo otras obras sobre temas afines.

#### *DISTINTAS EDICIONES DE LOS “PRINCIPIOS DE MATEMÁTICAS”*

De España conocemos tres ediciones la última de fecha 1799. De México por lo menos hay evidencias de dos reimpresiones efectuadas en 1828 y 1840. Ambas reimpresiones se tomaron de la segunda edición española a la que se le hicieron algunas modificaciones de forma, pero ninguna de fondo y algunas supresiones. Por ejemplo: El título de la obra en España es “Principios de Matemática” y en México “Principios de Matemáticas”. Se eliminaron los prólogos, se cambió la secuencia de varios capítulos en los dos primeros tomos (de tal manera que coincidían con los cursos que se impartían en el Colegio de Minas), en el tomo I se elimina el Capítulo de Geometría Práctica que pasa al tomo II y de éste se suprime el capítulo de Principios de Algebra que pasa al Tomo I. También se agregaron notas al pie de las páginas con las cuales probablemente, se pretendía actualizar la obra. Por ejemplo en el tomo II se hace referencia al uso del metro, su definición, su bibliografía y su equivalencia al pie mexicano, etc..

#### *INDICES RESUMIDOS DE LOS CUATRO TOMOS DE PRINCIPIOS DE MATEMÁTICAS*

Tomo I. Aritmética, Geometría, Trigonometría Plana, Principios de Algebra.

Tomo II. Principios de Aplicaciones del Algebra a la Geometría, Principios de Secciones Cónicas, De las Funciones, De las Series, Resolución de Ecuaciones Compuestas Numéricas, de las Diferencias, De las Diferenciales, Del Cálculo Diferencial, Del cálculo Integral, Principios de trigonometría Esférica y Geometría Práctica.

Tomo III. Principios de dinámica, De la Estática o del equilibrio y del movimiento de las máquinas. Principios de Hidrodinámica. Principios de Optica, Principios de Astronomía. Tomo IV. Principios de Geografía. Principios de Gnomónica, Principios de Arquitectura, Principios de Arquitectura Civil, Principios de Arquitectura Hydráulica, Principios de Perspectiva, Uso de tablas de logaritmo de los números naturales (de este tomo no se encontró impresión mexicana).

#### *BREVE DEMOSTRACIÓN DE LO QUE ES EL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL, PARA ESTE AUTOR*

Para dar una idea sobre su concepto de cálculo diferencial, se darán las definiciones de función y cálculo diferencial, los principios en los que se fundamenta y el método que usa, el cual se aplica a un ejemplo.

Definición de función: “tiene un sentido dilatadísimo: todos los modos posibles de determinar una cantidad por medio de otra”.

Qué es el cálculo diferencial: “El asunto del Cálculo diferencial es hallar las diferencias infinitamente pequeñas de las cantidades variables, el último incremento o el límite de las diferencias finitas”.

Principios de fundamentación:

“1. No crece ni mengua una cantidad finita porque se le añade una cantidad

infinitamente pequeña”.

“2. No crece ni mengua el infinito porque se le añade o quite una cantidad finita”.

“3. No crece ni mengua una cantidad infinita de orden determinado porque se le añade o quite un infinito de grado menor”.

“4. No crece ni mengua un infinitamente pequeño de grado determinado porque se le añade o quite otra infinitamente pequeña de grado menor”.

“5. Una curva puede considerarse como un polígono con un número infinito de lados”.

#### MÉTODO

De su obra se pueden deducir los pasos siguientes para diferenciar una cantidad variable (función):

- 1) Incrementa la variable una cantidad  $dx$ .
- 2) Resta la función dada de la función incrementada.
- 3) Si el caso lo amerita, establece razones y proporciones para desechar el término que sea infinitamente menor según los principios establecidos en la fundamentación.

#### Ejemplo de como obtiene el autor la *diferencial* de una función o cantidad variable

$$y = x^2$$

pongamos a  $x + dx$  en lugar de  $x$

de lo que saldrá  $y' = x^2 + 2x dx + dx^2$

luego  $y' - y = x^2 + 2x dx + dx^2 - x^2 = 2x dx + dx^2$  luego  $d(x^2) = 2x dx + dx^2$ . Pero  $2x dx : dx^2 :: 2x : dx$  el término  $dx^2$  es infinitamente menor que  $2x dx$  por tanto puede y debe desecharse y finalmente  $d(x^2) = 2x dx$ .

#### CÁLCULO INTEGRAL

Inicia el tema caracterizando al Cálculo Integral como el inverso del Cálculo Diferencial y presenta el símbolo de integral que usará, para pasar inmediatamente a la obtención de reglas.

No encontramos mayores diferencias entre el cálculo de Bails y el actual para las integrales de tipo algebraica, logarítmica y exponencial. Sin embargo es de mayor interés el desarrollo seguido para calcular “Integrales que se refieren al círculo”, las cuales actualmente se resuelven por las fórmulas de integración que resultan en  $\sin^{-1}x$  y  $\tan^{-1}x$ .

#### ESTUDIO CRÍTICO DEL TEXTO

El autor refleja una notable preocupación y compromiso, al tratar de hacer de esta obra un compendio didáctico actualizado y de fácil asimilación, busca formas variadas para hacer explícitos los diversos conceptos y busca conciliar las diversas corrientes de entonces para fundamentar el Cálculo Infinitesimal. Si a esta inquietud de carácter didáctico, le agregamos el nivel de preparación matemática de Bails que se refleja en la obra y en particular en el Cálculo Infinitesimal, creo que el autor logra su propósito: “dar a conocer los asuntos fundamentales no mas de la obra principal, su fin es destacar cuestiones no embrollarlas tratándolas o muy diminutas o con sobrada concisión por quererlas tratar todas”.

A pesar de que Bails reconoce que tomó información de diversos autores, no podemos acusarlo de simple traductor de obras ajenas o simple copista.

Bails confiesa que para escribir Principios de Matemáticas usó las obras de los autores siguientes: L'Hospital, M. des Bogainville y Bezout. Sin embargo en la primera mitad del siglo XVIII se realizaron diversas aportaciones que contribuyeron al desarrollo del Análisis, hechos por autores como: D'Alambert, Clairut, Bernoulli y Leonhard Euler (que Bails manifiesta conocer) a quienes para nada cita.

Los capítulos de Principios de Bails recuerdan al "Analyse des infiniment petits, de l'Hospital" solo que con un lenguaje algo más moderno. Consideramos que también hay limitaciones por parte del autor, pues es notable la falta de claridad en algunos procesos matemáticos utilizados. También hacemos referencia a lo actualizado de los conocimientos del autor pero comprobamos que los conceptos matemáticos de Bails sobre matemáticas datan de la primera mitad del siglo XVIII.

*Estructura didáctica.* Hace 215 años que Bails escribió Principios y no se puede establecer un paralelismo puntual con los contenidos de los textos modernos que apoyan la enseñanza-aprendizaje del cálculo, además de que el libro no está dedicado exclusivamente al Cálculo (este es solo un capítulo en una obra de cuatro tomos), el lenguaje de la obra en general es poco claro, muchas veces confuso y difícil de entender para el lector actual.

Aparecen en la obra algunos problemas típicos los cuales por su recurrencia en los libros actuales de Cálculo y en los usados en los últimos 200 años merecen ser clasificados como clásicos. Como ejemplo se presenta un estudio diacrónico de un socorrido problema sobre máximos y mínimos que aparece en Bails y varios textos actuales.

Se escogió el libro de Granville-Smith, porque comparte con Bails la cualidad de su permanencia en la preferencia de los maestros : de Granville-Smith, conocemos la edición en inglés revisada que data de 1911 y cuya más reciente reimpresión en español es de 1986, lo que significa que Granville lleva por lo menos 80 años de uso y la obra de Bails se utilizó desde 1772 hasta por lo menos toda la primera mitad del siglo XIX.

Un tratamiento similar reciben en el trabajo las obras de Juan Justo García y Mariano Vallejo, además se realiza un análisis comparativo entre estos tres autores.

### **Principales resultados**

Son muchos los años que tiene que pasar para formar la infraestructura inicial de la escolarización de la ciencia moderna en particular de la Geometría Analítica y del Cálculo Infinitesimal en un país periférico como el nuestro, donde no existían antecedentes de esta ciencia moderna como tal, en este caso, son 82 años (de 1785 a 1867), ya que será hasta el siguiente período, a partir de 1867, cuando se encontrará cierta creatividad y se iniciará la difusión. No existen pruebas para afirmar que en el ambiente científico imperante en la Nueva España en el siglo XVIII existiera alguna cimiento de Investigación del Cálculo Infinitesimal aunque hay signos de cierta preocupación individual por aprender el Cálculo.

Las personalidades científicas más destacadas de la Nueva España, en la segunda mitad del siglo XVIII limitaban sus conocimientos matemáticos, en el mejor de los casos, al Compendio de Tosca a pesar de que en esa época en el territorio existía una comunidad científica formada por polígrafos como Alzate, Bartolache, Velázquez de León, León y Gama, Diego de Guadalajara, entre otros, algunos de ellos autodidactas, que se habían hecho de cierto prestigio, a tal grado que algunos de los miembros de las expediciones científicas europeas que operaron en el Virreinato recurrían a ellos para la elaboración de mapas, observaciones y cálculos astronómicos e, incluso, para la reparación de los aparatos de medición y observación, de avanzado diseño. Varios de los mencionados serán o eran los profesores de matemáticas de instituciones superiores, como la Real y Pontificia Universidad y la Real Academia de las Nobles Artes de San Carlos.

San Carlos es una institución de la que egresarán los artistas, diseñadores, arquitectos y constructores de casi todos los edificios de la Nueva España levantados desde fines del siglo XVIII hasta el México de fines del segundo tercio del siglo XIX, posteriormente, formará los ingenieros que requiere el desarrollo del país y que construirán caminos, puentes y ferrocarriles. San Carlos es una Academia a la que hoy llamaríamos popular pues todo el que demandaba inscripción ingresaba a la institución, en contraste el Real Seminario de Minería, fundado en 1792, es una institución bastante diferente que además de los 25 alumnos de dotación reglamentarios (cantidad vigente hasta 1846) solo recibirá alumnos pensionados y externos con ciertos antecedentes académicos.

En el movimiento de independencia, la participación de los alumnos de las primeras generaciones del Real Seminario de Minas, apoyando a don Miguel Hidalgo ya fuera fundiendo cañones o difundiendo sus ideas, y la muerte o exilio de estos, muestran de alguna manera, además de una preparación técnica de calidad, cierto carácter liberal de la educación que se impartía en esta institución. En la época de la independencia es notable la participación política de varios de sus egresados. Estos, por otra parte, se abanderan en uno u otro partido o fracción en que se dividen los mexicanos en la etapa de organización y es frecuente que egresados de Minas militen en bandos opuestos. Al término del período, (1867), algunos apoyan decididamente al Imperio, otros prefieren el exilio, el silencio o francamente seguir a Juárez en sus vicisitudes.

La ubicación de la Matemática como materia básica en los planes de estudio, como se presentan actualmente en las escuelas técnicas y superiores de ingenieros, tiene su origen en la Real Academia de San Carlos y en el Real Seminario de Minas, donde las ordenanzas y reglamentos respectivos le asignaron a las matemáticas una finalidad pragmática. Esta finalidad práctica inhibe la formación de matemáticos a pesar de ser un objetivo explícito de San Carlos y presumible en el Colegio de Minas.

Los primeros profesores que imparten Matemáticas en San Carlos y en Minas fueron militares españoles que habían hecho sus estudios en algunas de las nuevas instituciones educativas creadas o reformadas por Carlos III en la península, y las plazas que en su momento quedaron vacantes fueron ocupadas por egresados de las mismas instituciones.

Estos catedráticos se apoyaron para introducir la nueva matemática en los “Principios Matemáticos” de Benito Bails, texto escrito desde 1772 para la Real Academia de las Bellas Artes de San Fernando de Madrid. El uso de la obra de Bails en México demuestra el interés que existía por parte de la metrópoli por dar apoyo a su colonia, pues el libro era una síntesis de la mejor y más actualizada matemática en uso en España.

No existen evidencias de que en los planes de estudio tanto de la Real Academia de San Carlos como los del Real Seminario de Minas estuviera previsto que la enseñanza de la Matemática llegara hasta el Cálculo Infinitesimal.

Probablemente el “estudio de Bails” en San Carlos no llegó al Cálculo Infinitesimal sino hasta 1844. Para esta afirmación nos apoyamos en:

- a) La preparación de los profesores que impartían matemáticas en tales establecimientos, así como a sus reportes y apuntes.
- b) Al hecho de que el curso de Geometría Práctica y la Trigonometría, que en un tiempo fue la culminación de los estudios de matemáticas y
- c) A que, si el curso de Arquitectura fue impartido con el tomo IV de “Principios de Matemáticas” de Bails (como ocurrió en la Real Academia de San Fernando de Madrid), no eran necesarios antecedentes de Cálculo Infinitesimal, ya que la enseñanza de la Arquitectura era pragmática, a base de recetas para la construcción.

Por las muchas dificultades (en alguna ocasión se llega temporalmente al cierre) por las que atravesaron ambas instituciones durante las guerras de independencia y los primeros años de vida independiente, no se reforman los planes de estudios hasta después de 1840: en San Carlos se llevan a cabo cuatro reformas a los planes de estudio en 1843, 1847, 1856 y 1857. Desde la primera reforma se incluye el estudio del Cálculo en los programas. En el plan de estudio de 1856 se establece un curso propedéutico anual que incluye el estudio de las Matemáticas elementales.

En el Real Seminario de Minas después del intento de modificación 1826, los planes de estudio sufrirían modificaciones en 1843, 1846 y 1858; en 1843 se establece un curso preparatorio que dura tres años, aprobado el cual; se podrá cursar cualesquiera de las carreras que quedaron entonces establecidas.

Las Reformas de San Carlos se ven apoyadas trayendo directores extranjeros para cada una de las diversas especialidades que ofrecía y también, por el envío al extranjero de alumnos becados. En el caso de Arquitectura, las reformas de 1856 y 1857 y la llegada del italiano Cavallari produjeron una verdadera innovación en la enseñanza del ramo, llegándose a formar ingenieros arquitectos que dominaban las últimas técnicas aplicadas en Europa y el uso de los modernos materiales de construcción, particularmente el hierro.

En el Seminario de Minas se siguió un camino diferente, empleando sin excepción como Directores Generales después del primero Fausto de Elhuyar a profesores egresados del plantel. En lo que se refiere a Matemáticas es muy probable que los maestros también ex alumnos de Minas completaran sus conocimientos en forma autodidacta, ya que resultaron los más actualizados en esta disciplina, comparados con los catedráticos de otras instituciones. En Minas se facilitaba la posibilidad de estar al día con las novedades extranjeras pues la institución logró que además del francés que se enseñaba desde su fundación, se impartiera inglés y alemán.

Sin embargo, la enseñanza del Cálculo Infinitesimal, que en un principio estaba a la altura de los cursos que se impartían en Europa, con el paso del tiempo, como lo mostráramos, sufre un notable rezago, tal vez por apearse al uso de Bails, cuando ya existían otras opciones más actualizadas.

Para los años sesenta del siglo XIX la crisis de la enseñanza de las matemáticas era evidente. La Ley de Educación 1867 tomará esto en cuenta para su reforma, haciendo ocupar a las matemáticas un lugar destacado, no sólo en las carreras de arquitecto e ingeniero, sino también en los estudios de la Escuela Nacional Preparatoria.

Los resultados iniciales de esta formación Matemática de influencia española quedaron expresados en:

- a) La formación de maestros de matemáticas los cuales sirvieron en las mismas instituciones, en establecimientos de provincia y en los nuevos centros de enseñanza superior como el Colegio Militar y la Escuela de Agricultura y
- b) Un tímido intento didáctico representado por la elaboración de algunos apuntes para completar el Bails y la introducción de algún texto para la Enseñanza de la Aritmética, Geometría, Algebra, la Trigonometría. Sin embargo, no existen evidencias de gestarse alguna didáctica para la enseñanza de la matemática, parece ser que el método de exposición utilizado fue el escolástico apoyándose preferentemente en la memoria y la autoridad del autor y mucho menos en el razonamiento y la resolución de problemas y ejercicios. Los actos públicos de fin de año presentados por los alumnos de uno y otro plantel seleccionados por su buen aprovechamiento, pueden ser un buen ejemplo de esta afirmación. En ellos, después de una alocución ya elaborada por el ponente viene la “réplica” de los profesores que limitan sus preguntas a los contenidos

del libro de texto.

En el Seminario de Minas, los tres tomos de “Principios de Matemáticas” de Benito Bails representan los programas de tres materias del plan de estudios: los de los dos cursos de Matemáticas y la del curso de Física y Geometría Práctica; estos tomos fueron los textos de los mismos, entre 1792 y 1850. De otro modo no se justifica la reimpresión de la obra, en 1840. Así la enseñanza del Cálculo tuvo como finalidad servir como antecedente a la enseñanza de la Física de acuerdo con el tomo III de “Principios de Matemáticas” de Bails, no existe otra justificación curricular. Por otra parte, el curso de matemáticas que aparece en el plan del Seminario de Minas y que fuera presentado al Tribunal el 12 de enero de 1790 por Fausto de Elhuyar, que inicialmente estaba pensado para impartirse en un año; incluía Aritmética, Geometría Elemental, Trigonometría Plana, Algebra y Secciones Cónicas, nunca pudo llevarse a cabo en ese tiempo, ya que desde su fundación este contenido programático hubo de cubrirse en dos años. Las razones fueron varias, entre ellas, la falta de antecedentes matemáticos suficientes de los alumnos de nuevo ingreso y los fuertes requerimientos de la física que se enseñaba en Minas que requerían antecedentes bastante completos de matemáticas.

El plan de estudios también tenía como cursos matemáticos independientes, el de Geometría Práctica y el de Dinámica e Hidrodinámica; el primero pasó a formar parte del segundo curso de matemática, y con él culminaba; el de Dinámica e Hidrodinámica posteriormente se integró al de Física; el Cálculo Infinitesimal fue parte de la Física, hasta 1803.

Doce años duró la organización de los cursos anteriores (de 1793 a 1805) quedando finalmente dos cursos de Matemáticas I, el primero contenía: Aritmética, Geometría Elemental, Trigonometría Plana, Álgebra hasta ecuaciones de segundo grado. El de Matemáticas II, incluía Algebra, Aplicaciones del Algebra a la Geometría, Secciones Cónicas, Cálculo Infinitesimal y Geometría Práctica. Las reimpressiones locales de los dos primeros tomos de los Principios de Bails fueron reordenados para seguir la secuencia señalada y el curso de Física quedó en consecuencia, sin el Cálculo Infinitesimal, pero se enriqueció con otros temas.

Los fundamentos del Cálculo Infinitesimal instaurado en Minas, y por consiguiente en la Nueva España, son los de “Los infinitamente pequeños” de L'Hospital, que si bien al principio del período se pueden considerar actualizados, ya no se justifican para 1848; fecha de la última edición pero los profesores que lo impartían así lo había aprendido en Bails y con él enseñaban. Es muy probable que la idea que adquiría el alumno sobre el Cálculo Infinitesimal era de tipo geométrico, ya que las aplicaciones que se hacían en Física eran de ese tipo.

Bails utiliza sólo en forma parcial muchos de los conceptos matemáticos que desarrolla en su obra. Por ejemplo, las coordenadas cartesianas, que son bien analizadas al hacer el estudio de las cónicas, son utilizadas con mucha parquedad en el Cálculo Infinitesimal. Del mismo modo, hace un uso muy somero de los conceptos de infinitesimales, límites, cantidad variable y función, a pesar de que las define en forma bastante adecuada. Por otra parte, integrales, que son presentadas para ser resueltas por desarrollo en serie, quedarán sin solución a pesar de que poco antes había utilizado el mismo método en otros ejercicios. Todo lo anterior, que seguramente repercutiría negativamente en el aprendizaje, puede deberse a una asimilación insuficiente por parte de Bails, de estos conceptos.

En cuanto a la obra mayor de Bails, “Elementos de Matemáticas” por su enfoque diferente y mayor complejidad, resulta poco probable que fuera usada como apoyo bibliográfico por los profesores.

Los “Elementos de Aritmética, Algebra y Geometría” de Juan Justo García, toman de Bails gran número de temas del Cálculo Infinitesimal, pero no llega a superarlo, ni en contenido ni en calidad matemática. Una de las posibles aparentes ventajas por la que tuvo cierta difusión, sería tal vez la presentación de los temas.



Mariano Vallejo escribe “Compendio de Matemáticas” 37 años después de que apareciera la obra de Juan Justo García y 43 años después de los de Bails. En este lapso, el fundamento que se le daba al cálculo era otro y, también había cambiado el objetivo de su enseñanza: el centro será la operatividad. Este nuevo enfoque pondrá en conflicto al maestro ya que lo hará recurrir a bibliografía francesa y alemana para actualizarse en los fundamentos, por lo que pocos serán los privilegiados que entiendan esta nueva presentación y se explicará el uso de Bails, cuando ya podía considerarse obsoleto.

Se considera suficientemente probado (ver III.8. Situaciones de la Enseñanza del Cálculo en Europa y España en el segundo tercio del Siglo XIX) que en el período estudiado México, no llega a alcanzar los adelantos de España. menos aún del resto de Europa en el nivel de matemáticas.

Los resultados de nuestras investigaciones permiten hacer algunas correcciones a referencias básicas sobre Historia de la Ciencia en México:

Matheo Calabro no es matemático mexicano como lo afirma Elias Trabulse, el manuscrito que se encuentra en Investigaciones Bibliográficas de la U.N.A.M. es copia de los apuntes realizados por Don Jhosep Márquez Franco, discípulo de Calabro que fue sargento Mayor del Regimiento de Caballería de Bourbon en España.

A pesar de que muchos autores de obras sobre Educación en México Larroyo, Francisco; Solana, Fernando; Meneses, Morales E. lo afirman, la reforma de 1833 de Don José María Luis Mora no llegó a plasmarse en las instituciones superiores. Por lo menos en San Carlos y en Minas, la reforma fue cancelada apenas iniciada.

Santiago Garma dice: “...en el “Compendio de Matemáticas” se encuentra una afirmación muy importante para la Historia de las Matemáticas para este país (España). Dice Vallejo que ha compuesto esta obra con objeto de formar matemáticos”. En ninguna de sus obras básicas que he consultado como el “Tratado Elemental de Matemáticas”, “Memoria sobre Curvatura de las Líneas” y diversas ediciones del mencionado “Compendio” he podido encontrar esta aseveración de Garma, antes al contrario en los prólogos de las obras mencionadas hace especial énfasis en que las exposiciones de los distintos temas están dedicados, en su forma y contenido, a principiantes.

Además de lo dicho hasta ahora consideramos como modestas aportaciones a la Historia de la Ciencia o de la Educación en México:

A. Los análisis efectuados a las obras de Don Benito Bails, Juan Justo García y Mariano Vallejo, en los que se señala con cierto detalle su influencia en la educación en la Nueva España y México y su utilización en los establecimientos estudiados. Específicamente se destaca: (1) que contrario a lo señalado por los historiadores españoles consultados, no todas las ediciones de la obra de Juan Justo García están en un solo tomo, pues en Puebla se localiza una, impresa en dos volúmenes ; (2) que no ha sido establecido con precisión en qué escuelas fue utilizada la obra de Vallejo a pesar de que se han localizado numerosos ejemplares de distintas ediciones mexicanas del “Compendio de Matemáticas”.

B. El haber hecho una lectura académica de la historia de San Carlos y el Colegio de Minas hasta 1867, ya que los documentos y obras accesibles sobre el tema se enfocan más hacia el estudio de estas instituciones dentro del desarrollo de las artes, o la minería, en su caso, o se refieren sólo al primer tramo de su funcionamiento, no mucho mas allá de la primera y segunda décadas del siglo XIX.

C. Los esbozos históricos sobre la enseñanza de las matemáticas en México desglosadas en disciplinas específicas como la Aritmética, la Geometría Práctica, las Aplicaciones del Algebra a la Geometría, las Secciones Cónicas, la Trigonometría Plana y Esférica, el

bosquejo bibliográfico sobre la enseñanza de las matemáticas en México y las biografías específicas de los maestros de matemáticas en los planteles estudiados.

D. La Tabla Cronológica en donde establece el paralelismo entre algunos acontecimientos matemáticos en el mundo y lo que ocurre en España y la Nueva España desde 1579 hasta 1912.

Cada vez que se sube a una loma se vislumbra un nuevo mundo, en el que quisiéramos incursionar, pero no es posible en una investigación de este tipo agotar las interrogantes que surgen a lo largo de su desarrollo, por ello nos limitamos a señalar cuestiones precisas o bien temas afines que consideramos que merecen un estudio. Queda para otros tiempos y otras investigaciones ir las develando.

#### Bibliografía

- Boyer, Carl. (1986) *Historia de la Matemática*. Versión española Mariano Martínez Pérez. Alianza Editorial. Madrid.
- Baez Macías Eduardo. (1972) Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos 1801-1843. Instituto de Investigaciones Estéticas. *Estudios y fuentes del Arte en México*, XXXI. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Baez Macías Eduardo. (1976) Guía del Archivo de la Antigua Academia de San Carlos 1844-1867. Instituto de Investigaciones Estéticas. *Estudios y fuentes del Arte en México*, XXXV. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Benitez, Fernando. Manuel Tolsa (1987): El cambio radical. *La Jornada Semanal*. Año tres número 146. 5 de Julio, pp. 3,4, y 5. México.
- Bails, Benito. (1779) *Elementos de Matemáticas*. Tomo III. Por Joachin Ibarra. Impresor de Cámara de S.M. Madrid.
- Bataller, Francisco Antonio. (1802-03) *Física Matemática Experimental*. Manuscrito. México.
- Díaz, Covarrubias José Francisco. (1873) *Análisis Trascendente o Cálculo Infinitesimal*. F.R. Castañeda y L. G. Rodríguez, Impresores. México.
- Gortari, Eli de. (1963) *La Ciencia en la Historia de México*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Grattan-Guiness, T. (1980) *Del Cálculo a la Teoría de Conjuntos, 1630-1910*. Una introducción histórica. Versión española de Mariano Martínez Pérez. Alianza Editorial. España.
- Granville, William Anthony and others. (1911) *Elements of the differential and integral calculus*, revised edition. Gimm and Company. Pennsylvania College Gettysburg, Pa.
- Granville, William Anthony y otros. (1986) *Cálculo Diferencial e Integral*, reimpresión de 1974. Traducción de Steven T. B.. UTHEA. México.
- L' Hospital Mn. le Marquis. (1717) *Analyse des Infiniment petits pour l'intelligense des lignes courbes*, 2ª. Edición. París.
- López, Piñero José M. y otros. (1983) *Diccionario Histórico de la Ciencia Moderna en España*. Volúmenes I y II. Ediciones Península. Barcelona.
- Moreno, Roberto. (1977) *Joaquín Velázquez de León y sus trabajos científicos sobre el Valle de México, 1773-1775*. Universidad Nacional de México. Instituto de Investigaciones Históricas. México.
- Moisse, E. Edwin. (1983) *Calculus : Parte I*. Addison-Wesley , Publishing Company Reading. Massachusetts.
- Navier, M. (1850) *Resumen de las lecciones de Análisis con notas de M. J. Lioville*. Imprenta de Repullés. Madrid.
- Ramírez, Santiago. (1982) *Datos para la historia del colegio de minería*. Recogidos y compilados bajo la forma de efemérides por su antiguo alumno el ingeniero de minas. Miembro honorario de la Sociedad científica "Antonio Alzate". Edición de la Sociedad Alzate, 1890. Edición facsimilar de SEFI (Sociedad de exalumnos de la Facultad de Ingeniería). México.
- Ribnikov, K. (1987) *Historia de las matemáticas*. Traducción del ruso por Concepción Valdés Castro. Editorial MIR. Impreso en la URSS.
- Rey, Pastor y Babini, J. (1985) *Historia de la matemática. Volumen II*. De la antigüedad a la baja edad media. Volumen II. Del renacimiento a la actualidad. Primera reimpresión Gedisa. Barcelona. España.

Solana, Fernando y otros. (1981) *Historia de la Educación Pública en México*. SEP, Fondo de Cultura Económica. México.

Trabulse, Elías. (1983-85) *Historia de la Ciencia en México. Estudios y Textos. Siglos: XVI, XVII, XVIII y XIX*. 4 tomos. Conacyt y Fondo de Cultura Económica, México.

Vallejo, José Mariano. (1832) *Tratado Elemental de Matemáticas.. Escrito de ordenes de S.M. , para uso de los caballeros seminaristas del Real Seminario de Madrid y demás casas de educación del reino. Tomo II Parte II* (que contiene las funciones, límites, cálculo de las diferencias y diferencial e integral ). 2ª. edición corregida y aumentada. Imprenta de don Miguel de Burgos. Madrid.

Vallejo, José Mariano. (1840) *Compendio de matemáticas puras y mixtas, Tomo II, 4ª. Edición*. Imprenta Garrasayaza, propia del mismo autor. Madrid.

VERSIÓN PRELIMINAR