



Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa

Comité Latinoamericano de Matemática Educativa

relime@mail.cinvestav.mx

ISSN (Versión impresa): 1665-2436

MÉXICO

2002

Alberto Camacho Ríos

DIFUSIÓN DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS A LOS COLEGIOS MEXICANOS
DEL SIGLO XIX. DE LA NOCIÓN DE CANTIDAD AL CONCEPTO DE LÍMITE

Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, marzo, año/vol.

5, número 001

Comité Latinoamericano de Matemática Educativa

Distrito Federal, México

pp. 5-26



Difusión de conocimientos matemáticos a los colegios mexicanos del siglo XIX. De la noción de cantidad al concepto de límite*

Alberto Camacho Ríos•

RESUMEN

El presente escrito, fruto de un esfuerzo historiográfico, plantea un enfoque integrado a una metodología que involucra diversas variables (sociales, culturales e institucionales), a través de la cual es posible analizar las condiciones que propiciaron los flujos de difusión de conocimientos matemáticos que se enviaron de Europa para ser diseminados a los colegios mexicanos, principalmente aquéllos fundados entre los siglos XVIII y XIX, como el colegio de San Ildefonso y la Escuela Nacional Preparatoria. Cada sección del trabajo confiere elementos que configuran redes de conocimiento histórico suficientes para llenar, en este contexto, espacios que no han sido abordados. En general, es una breve aportación que matiza algunas pinteladas de nuestra tradición de enseñanza y puede servir como punto de partida para quienes se interesan por los problemas de la didáctica de la matemática, sobre todo en el diseño de situaciones de aprendizaje que minimizan las dificultades de enseñanza de conceptos de la matemática en el salón de clase. Ofrece, además, elementos para profundizar en las componentes epistemológicas y conceptuales de la didáctica del cálculo diferencial, y traduce algunos hechos históricos que pueden ser importantes para investigadores de otras disciplinas.

ABSTRACT

This actual document represents an historic and graphical effort, since it sets out a focus integrated with a methodology that involves different variables: social, cultural and institutional, all which allow the analysis of the causing conditions of the flows of mathematical knowledge diffusion that were sent from Europe for their dissemination into the Mexican schools, mainly on those established between Centuries Eighteen and Nineteen, such as El Colegio de San Ildefonso and Escuela Nacional Preparatoria. Each section of the work confers unpublished elements that shape networks of historical knowledge, which are enough to fill up the lack of information that had not been dealt with up to this day. In general, it is a brief contribution that explain some of the characteristics of our teaching traditions and this can be a baseline for those who are interested on the problems of the mathematical didactics, specially for those who deal with de design of Learning Situations that minimize the problems of the teaching of mathematical concepts at the classroom. It also offers elements for going deeper in the epistemological and conceptual components of the differential calculus, and translates some historic facts that may be important for the researchers of different disciplines.

* Este artículo es un resumen de Camacho, A. (2000). Difusión de conocimientos matemáticos a los colegios mexicanos del siglo XIX. De la noción de cantidad al concepto de límite. Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. México. Dirigida por la Dra. Rosa María Farfán Márquez.

• Instituto Tecnológico de Chihuahua II, Chihuahua, México.

RÉSUMÉ

Ce document est le fruit d'un effort historiographique qui suit une approche intégrée dans une méthodologie qui implique plusieurs variables sociales, culturelles et institutionnelles, grâce à laquelle il est possible d'analyser les conditions qui ont favorisé des flux de diffusion de connaissances mathématiques envoyées d'Europe pour être diffusées dans les collèges mexicains, notamment ceux que l'on situe entre les XVIIIème et XIXème siècles, comme le Collège San Ildefonso et l'École nationale préparatoire. Chaque chapitre décrit des éléments inédits qui forment des réseaux de connaissances historiques permettant, dans ce contexte, de combler les lacunes encore jamais abordées. Il s'agit, d'une manière générale, d'une brève contribution qui nuance certains traits de notre tradition de l'enseignement et qui peut servir de point de départ à ceux qui s'intéressent aux problèmes posés par la didactique de la mathématique, particulièrement dans le domaine de la conception de situations d'apprentissage qui minimisent les problèmes de l'enseignement des concepts mathématiques dans une salle de classe. Ce travail offre, en outre, des éléments permettant d'approfondir les composantes épistémologiques et conceptuelles de la didactique du calcul différentiel et traduit certains faits historiques qui peuvent être importants pour les chercheurs de diverses disciplines.

RESUMO

Este escrito representa um esforço historiográfico a partir de que coloca uma abordagem integrada a uma metodologia que envolve diversas variáveis: sociais, culturais e institucionais, com a qual é possível analisar as condições que propiciaram fluxos de difusão de conhecimentos matemáticos enviados à Europa para serem difundidos nos colégios mexicanos. Principalmente, aqueles localizados entre os séculos XVIII e XIX, tais como o Colégio de São Ildefonso e a Escola Nacional Preparatória. Cada seção do trabalho confere elementos inéditos que criam redes de conhecimento histórico suficientes para encher, neste contexto, lacunas até hoje não abordadas. Em geral, é uma breve contribuição que matiza algumas pinceladas da nossa tradição de ensino e pode servir como ponto de partida para aqueles interessados nos problemas da didática da matemática, especialmente, no desenho de Situações de Aprendizagem que minimizam os problemas de ensino de conceitos da matemática na sala de aula. Oferece também elementos para aprofundar nos componentes epistemológicos e conceituais da didática do cálculo diferencial e traduz alguns fatos históricos que podem ser importantes para pesquisadores de diversas matérias.

INTRODUCCIÓN

El objetivo central de nuestra tesis es analizar las condiciones que propiciaron dos procesos de difusión de conocimientos matemáticos que, desde Europa, se enviaron para ser diseminados a los colegios mexicanos del siglo XIX, los propios saberes y sus implicaciones en la enseñanza decimonónica.

Antes de presentar los aspectos fundamentales de nuestra metodología de investigación, quisieramos mostrar brevemente tres corrientes de difusión que resumen los desarrollos que permearon los conocimientos matemáticos en los colegios mexicanos, y que forman parte de este estudio.

A mediados del siglo XIX (1842), se advierte un proceso de difusión de conocimientos elementales que es emitido desde España y Francia hacia los colegios preparatorios del país, principalmente el de San Ildefonso. Otro es propiciado desde finales del siglo XVIII por grupos de intelectuales mexicanos y de políticos conservadores y liberales, cuya influencia quedó sujeta a la enseñanza del cálculo diferencial e integral en el Seminario de Minería. Finalmente, aparece un flujo de conocimientos enciclopédicos, importados de Francia, que serían innovados por intelectuales mexicanos, y su trascendencia pedagógica se coloca en la Escuela Nacional Preparatoria a partir de 1867.

Estos procesos, a pesar de su importancia social e histórica, no han dado lugar para que los historiadores de la ciencia, sociólogos o historiadores de la enseñanza de la matemática los hayan percibido y se interesaran por analizarlos.

En los tres casos, se impone la imagen de comunidades de intelectuales (profesores, políticos, filósofos, científicos, entre otros) particularmente activos, numerosos y heterogéneos que son condicionados, en ocasiones, por los acontecimientos políticos y por las diversas corrientes de pensamiento que llegan a situarse como paradigmas en los centros de enseñanza. Aunque con limitaciones, sobre todo geográficas e ideológicas, estos grupos interactúan en el envío, importación, difusión y recepción de obras elementales destinadas a la enseñanza.

Para analizar dichos flujos de difusión del saber, nuestro propósito fue focalizar a la sociografía que englobaba a la enseñanza matemática en los colegios nacionales de mediados del siglo XIX. Por consiguiente, inscribimos nuestro estudio en una problemática de corte histórico, social y cultural.

ACERCAMIENTOS TEÓRICOS

Escurrar con atención cada una de las épocas involucradas en este estudio dispensa concepciones que desembocan de las consecuencias del punto de vista epistemológico de la historia de la ciencia y de acercamientos teóricos hacia nuestro propósito; así, en 1961, Thomas Kuhn introdujo la noción de *paradigma epistemológico* (Kuhn, 1985, p. 80). Con esta concepción, es posible describir y analizar la evolución de una tradición científica dada a través de principios y reglas aceptadas. Los primeros elementos que constituyen la teoría de Kuhn fueron establecidos por Gaston Bachelard (1927) en su tesis de doctorado. Desde su punto de vista, la epistemología es referida a los procesos de aproximación en la historia de los conocimientos que son guiados hacia un estado de paradigma. Para Koyré (1973, p. 12), la idea de analizar la evolución del pensamiento científico es impulsada por el interés de estrechar las concepciones *transcientíficas* de disciplinas como filosofía, metafísica y religión.

En la práctica de la escritura de la historia de la enseñanza matemática, en 1994 aparece un estudio en tres partes sobre la *école polytechnique*, bajo la dirección de Belhoste, Dalmedico y Picon (1994, p. 62). Es el fruto de un examen crítico, apoyado por una investigación histórica de los fondos documentales de la institución, de los que desgranar historiografías, conocimientos, tradición científica y enseñanza, a partir de su vocación militar.

Un debate interesante es la propuesta metodológica elaborada por Dalmedico (1992) para estudiar la obra científica de Cauchy. Representa la historia de la ciencia como un fractal en el que las diferentes posiciones del conocimiento, en el corpus de Cauchy, son analizadas a través de una escala

que le lleva a Dalmedico a poner en evidencia elementos suplementarios de la vida del autor (vacilaciones, influencias, rivalidades, etc.) y congeniarlos con su estatus científico.

Para el análisis conceptual de *obras elementales* –libros de texto de matemáticas–, Shubring propuso en 1987 un enfoque holístico a través de un *diseño tridimensional* que involucra, en primer término, indagar en los cambios entre las varias ediciones de un texto; segundo, encontrar las variaciones correspondientes en otros libros pertenecientes a la misma *oeuvre* y, tercero, observar las modificaciones del libro en el contexto, es decir, planes y programas de estudio, decretos ministeriales, epistemologías, entre otros elementos. Es, además, insistente en la reconstrucción del contexto de los debates y concepciones de los autores, junto con sus raíces en la estructura sociocultural del tiempo (Shubring, 1987).

En México, Farfán (1995b) propuso un acercamiento metodológico para el estudio de la construcción de la noción de convergencia en ámbitos fenomenológicos vinculados con la ingeniería. En la búsqueda de la *reconstrucción del discurso matemático escolar*, este enfoque establece cinco elementos: *la génesis histórica, la didáctica de antaño, la fenomenología intrínseca, los constructos característicos y la reconstrucción de significados asociados*, al igual que *la praxis educativa*. En el escrito se apunta hacia el papel que juega el análisis conceptual e histórico en la práctica de la investigación en matemática educativa.

Debemos reconocer que los estudios mencionados son fundamentales e intervienen indirecta y proporcionalmente en nuestra investigación, ya que evitan los enfoques deterministas. A partir de su lectura, nos fue posible construir un modelo en el que involucramos nociones de la época estudiada

que nos permitieron pasar a propuestas y acciones.

ELEMENTOS PARA CONSTRUIR LA METODOLOGÍA

El concepto de ciencia es descrito a mediados del siglo XIX como *conjunto de todas las proposiciones evidentes y ciertas pertenecientes a un asunto enlazadas entre sí con cierto orden* (método) (Vallejo, 1835b, p. xiv). Los procedimientos para abordar los fenómenos eran el sintético o de *composición*, y el analítico o de *descomposición*.

Esta definición otorga un papel central a la educación decimonónica nacional, pues le provee de los conocimientos (proposiciones) *que deben ser enseñados y protegidos para el desarrollo de la inteligencia y su progreso* (Staples, 1985, p. 112).

La manera obvia de facilitar la ciencia se dio a través de los establecimientos educativos, pero tuvo el inconveniente de la dependencia cultural sedimentada en México desde la época colonial; de aquí que, cuando se hizo necesario organizar la educación con cierta libertad, fue posible sólo a partir de subordinarla al control cultural europeo.

En 1844, se crearon juntas directivas de estudios que, con la encomienda de impulsar la difusión de conocimientos, propusieron modelos de instrucción y sugirieron *planes de estudio, libros de texto, equipo y material de laboratorio*, todo ello europeo. Según afirmaba el ministro de Instrucción Pública, Manuel Baranda:

[...] porque podremos aprovechar todo lo que se sabe en otras partes y ponernos al nivel de las naciones más cultivadas [...] La multiplicación de conocimientos y su difusión por todas las clases facilitará no

sólo que sigamos lo que otros han hallado, sino que podamos también buscar la verdad por nosotros mismos (Staples, 1985, p. 112).

Al mediar el siglo, la carencia de obras elementales actualizadas hizo crisis en algunos colegios mexicanos, como el de Minería. Obras como la de Bails (1790) se petrificaron en la enseñanza de la matemática del seminario hasta por sesenta años. La ruptura de relaciones con España, las huellas sociales y económicas dejadas por la guerra con los Estados Unidos y la falta de una cultura local para la *elementarización* del saber propiciaron un flujo de conocimientos contenidos en textos franceses que llegaría a su clímax en 1859 y 1866, período que caracteriza a esa institución por contar para la enseñanza de la mayor parte de sus planes de estudios solamente con obras elementales francesas.

La difusión de conocimientos enciclopédicos a partir de 1867 fue menester del grupo político en el poder. La divergencia que tendrían los conocimientos adquiridos de la filosofía positiva comtiana sería, por un lado, la expresión cultural del grupo social denominado los *científicos*, (Zea, 1985, pp. 29-30) pero, por otro, caracterizan la preocupación de los positivistas alrededor de los conceptos de la matemática que se debían llevar a la enseñanza.

Así, la extensión hacia la enseñanza de esos conceptos puso en marcha la producción de libros de texto en diversas disciplinas, dando lugar a una nueva tradición con la que se dejaría de lado la dependencia europea:

Dispuso la ley [...] que los profesores formaran textos adecuados de todas las ma-

terias de enseñanza, [y] los estudiantes podrán adquirirlos a poca costa. [Así] dejaremos de ser tributarios de Europa en este ramo, y tendremos textos más provechosos que los extranjeros, porque se habrán hecho con el conocimiento práctico de lo que necesitamos¹

En varias áreas de la ciencia, la difusión e infiltración de conocimientos favoreció para establecer nuevos acercamientos teóricos y metodológicos en la solución de problemas reales que por muchos años habían sido tratados. Con la ideología positivista surge una tendencia por hacer fundamentales los conocimientos técnicos; Francisco Díaz Covarrubias, con una actitud innovadora adquirida del cálculo infinitesimal, reformuló diversos elementos de la matemática, como la *noción de cantidad* y los conceptos de *derivada* y *función*, para aplicarlos en la instrucción pedagógica.

Si la enseñanza matemática estuvo condicionada a la difusión de conocimientos, nos preguntamos: **¿Cuáles fueron las condiciones necesarias alrededor de la difusión del conocimiento matemático que explican su situación en la enseñanza para cada etapa que pretendemos analizar?**

La noción de cantidad es introducida en el colegio de San Ildefonso desde 1790 por distintas obras elementales como las *Institutiones Philosophicae* de Francisco Jaquier, (1824) y el *Tratado elemental de Aritmética*, de Lacroix (1826), entre varias más. Empero, su reformulación enciclopédica, vista como aquello que *aumenta o disminuye*,² y el estatus paradigmático de su enseñanza, se alcanzarían en la institución sólo a través del *Compendio de Matemáticas* de Vallejo.

¹ Ley del 28 de marzo de 1868. Informe del ministro Antonio Martínez del Campo. México: CESU-UNAM (documento del fondo de la Escuela Nacional Preparatoria. Rubro: Instrucción Pública)

² En el sentido del concepto de variable actual.

La ruptura con la definición de la noción de cantidad es significativa. Díaz Covarrubias (1873) escribiría para la Escuela Nacional Preparatoria su obra de cálculo infinitesimal, en 1873, donde definió las funciones al estilo de Euler como *expresiones analíticas que contienen cantidades susceptibles de adquirir diversos valores*. Las cantidades auxiliares que facilitan el establecimiento de las ecuaciones con las cuales se llega a las cantidades principales del problema reciben el nombre de *variables*. Con tal apunte, Díaz Covarrubias contribuyó con nuevos elementos para la definición y enseñanza en la Preparatoria del concepto de *derivada*.

Barreda llegaría más lejos. Sus aportaciones del método científico de la *inducción y deducción*, y del concepto de límite, inauguraron en México el punto de vista positivista comtiano para la matematización de la fenomenología física.

EL CONCEPTO DE FUNCIÓN, EJE CENTRAL DEL ANÁLISIS

La situación histórica de uno solo de los conceptos que reconstruimos en nuestra tesis (noción de cantidad, límite, función, etc.) privilegia paradigmas con los que se pueden fijar etapas de estudio como las que hemos mencionado. A partir de ellos, podemos esclarecer las cuestiones metodológicas de nuestro estudio. Hemos tomado de la matemática uno de los elementos más significativos que, creemos, nos ayudará a revisar tanto los procesos de difusión como el saber involucrado. Nos referimos al concepto de *función*, esencial condición común inmersa en los tres flujos que se han mencionado y, en consecuencia, eje central del análisis conceptual de este proyecto.

Desde esta perspectiva, el concepto de función reviste para nuestra investigación dos

papeles complementarios: **Visto como metáfora, es considerado como un medio de expresión del que participan todas las formas culturales que originan la difusión y recepción de conocimientos. En este sentido, el concepto, de entre algunas de sus reformulaciones, puede ser colocado en obras elementales, cortado, infiltrado, difundido geográficamente, diseminado en la enseñanza, innovado o mal interpretado. Tales expresiones articulan la parte social y cultural de los procesos de difusión del conocimiento y, además, son consecuentes y propiciados por los decretos de instrucción pública que autorizan su diseminación en los colegios a través de las obras elementales.**

Max Scheler (1935) definió esta adecuación como una *sociología del conocimiento*, y demostró cómo un mismo concepto puede tener una variedad de significaciones. En nuestro caso, esta forma de interpretar la idea de función va de acuerdo con nuestros intereses. La diversidad de sentidos que toma tiene su explicación en hechos históricos y en las formas de vida de los sujetos que la han transformado.

ELEMENTARIZACIÓN O TRANSPOSICIÓN

A partir de esta idealización, importa conocer la interacción entre quienes transforman los conceptos, tomando el término *transformar* en un sentido amplio, y quienes autorizan su difusión a través del universo cultural geopolítico en el que coexisten.

Por otra parte, representamos la posición de los conceptos vistos como objetos de la matemática —noción de cantidad, variable al estilo de Díaz Covarrubias y variaciones concomitantes— al contrastarlos en su cercanía o alejamiento con el concepto técnico de

función del momento histórico donde se les ubica. El análisis de esa *distancia* deja ver la magnitud de la elementalización del saber que debe ser llevado a la enseñanza.

Sin embargo, no ha sido nuestro objetivo hacer un análisis profundo de la transposición didáctica que sufrieron estos elementos, como la que proponen Chevillard y Johsua (1982). Nos interesamos más en integrarlos a los procesos de difusión a través del estudio de las distintas reformulaciones que tuvieron en la historia de la enseñanza y sus posibles relaciones e implicaciones con la sociedad que les utilizó, mediante una indagación exploratoria de conceptos.

La semejanza de la teoría de la transposición didáctica con el concepto de elementalización se sitúa en el proceso que lleva al conocimiento científico hacia su definición como enseñable.

En cuanto a la elementalización del conocimiento, sabemos que las obras que estudiamos sufrieron antes procesos de esa naturaleza. Éstos tenían como finalidad hacer fundamental el conocimiento científico, reduciéndolo a cualidades evidentes como *claridad, sencillez, elegancia y exactitud* en la relación íntima de las partes que integrarían el texto que sería llevado a la enseñanza de la matemática (Suzanne, 1810).

EL MODELO PARA LA DIFUSIÓN E HIPÓTESIS

De esta manera, advertimos los tipos de interacción cultural modelados como **procesos de difusión del saber científico que, elementalizado, es transportado geográficamente en obras elementales desde recintos culturales hasta instituciones educativas donde se inician reformulaciones y nuevas series de transmisión del conocimiento.**

Para este efecto, la difusión de saberes debe observarse desde tres puntos de vista: **Primero, como un proceso habitual previsto por los nexos ideológicos entre los grupos emisor y receptor, perspectiva que es poco considerada en nuestro estudio** (Kroeber, 1937, p. 134). **Segundo, como un factor que depende de las restricciones que le imponen el ambiente político, el espacio geográfico y la comunicación adecuada entre los grupos involucrados, descripción utilizada en el tercer capítulo.** Y **tercero, como una importación de conocimientos efectuada por intelectuales que dependen del grupo receptor, caso que ocupa el cuarto apartado.** Cabe mencionar la posible intersección de los tres procesos.

De los tres casos, se desprende que no existe un modo mecánico previsible para precisar con detalle los elementos que la cultura receptora requiere de la emisora. Ante tal incertidumbre, los elementos culturales que se envían, reciben o importan son aquellos que más se acercan a las pretensiones de ambas zonas de influencia.

En términos de las regularidades que arriba evidenciamos, nos pronunciamos por el estudio de los siguientes casos:

a) En el capítulo III, el proceso de difusión que inicia en España y es dirigido a los colegios mexicanos de mediados del siglo XIX, donde figura el análisis del *Compendio de Matemáticas* de José M. Vallejo, que, como vimos, fue situado en la didáctica de la matemática del colegio de San Ildefonso. A éste lo hemos llamado *proceso externo de difusión de conocimientos*, y lo caracterizamos porque el conocimiento matemático, elementalizado para que fuera transmitido por los colegios mexicanos, fue determinado por grupos que lo controlaron desde Europa.

Las limitaciones del conocimiento difundido establecieron un modelo de enseñanza que se

distinguió por la discretización de los elementos de la matemática involucrada (estilo de precálculo). Esta última ruta nos sirve de hipótesis en el análisis.

b) En el capítulo IV establecimos el llamado *proceso local de difusión de conocimientos*. Aquí, saberes del cálculo infinitesimal fueron importados e innovados por intelectuales mexicanos, una labor que emprendieron, entre otros, Díaz Covarrubias y Gabino Barreda. Su trascendencia pedagógica se coloca en la Escuela Nacional Preparatoria.

El carácter técnico de los saberes traídos de Europa hizo prudente su reformulación, y los conocimientos abreviados sentaron las bases de dos nuevas culturas para la enseñanza de la matemática. La primera se refiere a la capacidad de los intelectuales mencionados para elementalizar y transformar conceptos del cálculo (matemática en general), y la segunda se caracteriza por el uso de esos elementos en la enseñanza. Esto último es el hilo conductor que, como hipótesis, nos ayudó a tejer el proceso.

FUENTES DOCUMENTALES E INTERVALOS DE ANÁLISIS

En el capítulo II colocamos un *análisis preliminar* del colegio de San Ildefonso, como resultado del estudio de varios fondos documentales (historiografías, textos y obras científicas antiguas). Ahí, consignamos elementos sustanciales de los procesos que tienen que ver con los conocimientos enseñados: distribución del tiempo escolar, textos utilizados y decretos de instrucción pública.

Dicho análisis abarca de 1843 a 1855. Se refiere más a una *visión global* integradora de

la historiografía de esa institución, en la que se registra de manera general el estado que ahí guardaba el conocimiento para algunas etapas de la historia que nos sirvieron posteriormente para precisar los intervalos de nuestra investigación.

Con los resultados del análisis preliminar, identificamos la noción de cantidad centrada en la enseñanza colegio de San Ildefonso y la fijamos como plataforma para el estudio del *proceso externo de difusión de conocimientos*. De esta forma cerramos el examen del proceso cuyo intervalo de tiempo inicia con el decreto de Instrucción Pública de 1843, que establece la utilidad del *Compendio de Vallejo*, y concluye con la ley juarista de 1867, que autoriza la creación de la Escuela Nacional Preparatoria y el diseño, por primera vez, de obras elementales nacionales para la enseñanza.

Con este último acontecimiento, aparece un *corpus* científico mexicano que gira en torno a la postura filosófica positivista francesa concebida por Auguste Comte (1830) en el *Cours de Philosophie Positive*.³ La importación de elementos matemáticos es efectuada por uno de sus discípulos, Gabino Barreda, quien traería, además, nuevas concepciones matemáticas de los positivistas con los que se relacionó en Francia, como es el caso de las contenidas en el *Systeme de Logique* de Stuart Mill (1866).

Los elementos transmitidos por esas obras colocan al concepto de función en nuevas reformulaciones que consienten las proposiciones matemáticas y pedagógicas de los intelectuales mexicanos. Éstas, a su vez, sentarían las bases para instaurar en la Escuela Nacional Preparatoria un nuevo modelo en la enseñanza de la matemática a través del concepto de límite.

³ Los elementos utilizados por Barreda se colocan en el primer tomo, "Les préliminaires généraux et la philosophie mathématique".

La continuidad que da el decreto de instrucción pública juarista a la desaparición del colegio de San Ildefonso y la instauración de la Escuela Nacional Preparatoria, así como la reformulación, en ese cambio, del concepto de función, nos hizo colocar el intervalo de estudio para el cuarto capítulo entre 1867 y 1898.

Categorizamos las unidades de análisis del capítulo III a partir de los planes de estudios vigentes en los seminarios conciliares españoles y los colegios preparatorios mexicanos, citados en el *Concordato* español de 1851 (Piñuela, 1921), las leyes de instrucción pública y *Concordato* mexicano de 1853,⁴ respectivamente. De ellas, se desprende la utilidad del *Compendio* de Vallejo para las facultades de filosofía de ambos países.

Con los elementos metodológicos anteriores y la ubicación de *pistas*, que tienen que ver con las hipótesis en torno a las obras elementales que se enviaron desde Francia, como el siguiente enunciado que aparece al inicio del *Compendio* en su edición de 1856, "Para el uso de los colegios en América y los colegios mejicanos", la dicotomía en la impresión del *Compendio* en tanto su utilidad en los colegios españoles y mexicanos y las mutilaciones a esta obra para su envío a nuestro país, nos hicieron reflexionar en la necesidad de profundizar sobre la situación geopolítica de la difusión, y sobre todo en sus consecuencias, a fin de contar con elementos para el discurso que proponemos en los apartados segundo y tercero.

Para el análisis conceptual de la importación de conocimientos ejercida hacia la Escuela Nacional Preparatoria, las fuentes más valiosas con que contamos en el entramado histórico, aparte de considerar los decretos de instrucción pública y los consabidos planes

de estudio, fueron las obras científicas, ya citadas, de Díaz Covarrubias, Barreda, Comte, Stuart Mill y Echeagaray (1897), que en este contexto pueden considerarse inéditas. Su puesta en práctica docente, que hace pertinente su análisis, es patente a lo largo de los decretos de instrucción pública de 1867 y 1868, al igual que en documentos y escritos, como los que citan Barreda (1987).

RESUMEN DE LA METODOLOGÍA

Concretamos un modelo de emisión —o importación— y recepción de conocimientos matemáticos elementarizados que, divulgados a través de obras elementales, jugaron un papel importante en la enseñanza de la matemática mexicana.

La difusión es articulada por el concepto de función, eje central del proyecto, que caracterizamos de la siguiente manera:

$$F(x) = \begin{pmatrix} \text{Medio de expresión social y cultural} \\ f(x), \text{ objeto de la matemática} \end{pmatrix}$$

Circunscribimos nuestro trabajo a los siguientes rubros:

- a) Un análisis preliminar de la institución que acogió al conocimiento a través de fuentes fidedignas que apuntalen su historiografía, en este caso el fondo de San Ildefonso, base de la consecución de nuestro estudio.
- b) Los decretos de instrucción pública, que configuran el proyecto de coordenadas espacio-temporales en tanto la utilidad del conocimiento exhibido en los planes de estudio y de la sugerencia de obras elementales.

⁴ Leyes y Decretos para el año de 1853-54. México: Biblioteca Nacional-UNAM (colección Lafragua).

- c) El reconocimiento para la escritura de la parte social y cultural de los procesos, que se lleva a efecto al colocar las obras elementales en el centro del estudio. Ello es factible a partir de una amplia documentación que aclara los aspectos ideológicos en los dos procesos que se analizan, y de la impresión editorial de estas obras, para el caso del primero.
- d) El estudio del conocimiento transmitido en las obras elementales que, a su vez, fue enseñado en los colegios nacionales. El cómo se llevó a cabo se explica en la aplicación que hacemos del método básico de comparación lineal de conceptos entre obras y conocimientos, fuente que nos guió para deslindar los elementos que los integran y precisar en su reformulación y epistemologías.
- e) Para la restauración de la historia, la descripción se teje a través de un andamiaje de hipótesis complementarias, no declaradas, que, sin embargo, enhebran los hechos históricos y los conceptos matemáticos, dándoles sentido y coherencia.

Cabe distinguir que sólo analizamos aquellos conocimientos colocados en las obras elementales, cuya evidencia en la enseñanza es patente en los fondos documentales respectivos: el de San Ildefonso y el de la Escuela Nacional Preparatoria.

FLUJOS DE CONOCIMIENTO

La dimensión social y cultural del primer proceso

En el primer flujo figura, como ya se dijo, el *Compendio de Matemáticas* del español José M. Vallejo, que fue utilizado en las diversas

asignaturas de matemáticas de la Facultad de Filosofía de San Ildefonso entre 1842 y 1866. El análisis de su difusión nos condujo a percibir dificultades para el envío y recepción de este tipo de obras.

El *Compendio* de Vallejo sufrió a lo largo del siglo XIX diversas modificaciones debido a los ayances y nuevos conocimientos que el autor llegó a recopilar, incluso durante su exilio en Europa. La segunda reformulación del *Compendio* se hizo en Francia alrededor de 1840 por un compilador llamado Liberto L. Solanas e impresores franceses, siendo este texto el que se difundiría hacia México.

Así, el *Compendio* fue ampliamente mutilado, como se puede apreciar en el análisis a las obras que hacemos en el apartado "Cortes a la edición del *Compendio* para los colegios en América", perteneciente al capítulo III de nuestro trabajo. La introducción, colocada en la obra española, fue dejada de lado en el texto homólogo para América, por lo cual definiciones preliminares ahí contenidas como *cuerpo*, *impresión*, *sensaciones*, *abstracción*, entre otras, no aparecen en el *Compendio* editado en Francia para los colegios en América, mas se le incorporaron conocimientos y libros no contenidos en la obra española, como la *geometría descriptiva* y, parcialmente, cuestiones de *geometría práctica* que hicieron confusa la sección dedicada a esta última disciplina con respecto al ambiente natural y elemental de la propuesta en la obra española. Textos completos como el de *geometría elemental* también fueron discriminados.

La compilación que se hizo de la edición española para ser difundida en los colegios mexicanos tendría consecuencias que truncarían los conocimientos que con ella se enseñaron.⁵ Sin embargo, para entender los hechos históricos que dieron lugar a la compilación,

⁵ Véase el apartado del capítulo III de nuestro trabajo, "Cortes a la edición del *Compendio* para los colegios en América", pp. 49-52.

necesitamos ver el contexto geopolítico donde se encuentra la difusión.

Desde 1845, la situación de los editores españoles era intolerable. La ley del 6 de julio decidió que se formaran *Tribunales de Imprenta*, los cuales enmendaron la responsabilidad total de impresión a los editores, exigiéndoles costosas contribuciones por ese derecho.⁶ Las transgresiones a esa disposición fueron penalizadas con cárcel y multas económicas.

La intervención de la política moderada española restringió la libertad de edición y utilización de obras elementales fuera de su control, lo cual sucedió en períodos anteriores al *concordato* de 1851 con la Santa Sede (Piñuela, 1921). Se puede decir que el *concordato* es la exaltación a que llegan los grupos moderados en torno a constreñir la libertad de edición culminando, incluso, con la supervisión ideológica de los manuales.

En España, el uso real de los textos editados durante esa época matizó estilos de prácticas editoriales como traducciones, compilaciones e inserciones a las obras, que se llevaron a efecto fuera y dentro del país y al margen del control de la Santa Sede. Tales prácticas tienen como precedente dos factores sugeridos por Escolano (1994):

Estos comportamientos responden a una lógica económica evidente, así como [...] a la creación de circuitos de influencia, al menos en el nivel local o regional [...] (Escolano, 1994, p. 44).

Esta cita revela la existencia de redes de editores y compiladores españoles, *circuitos de influencia* que decidieron por obras externas al control local que se imprimieron y dirigie-

ron para ser enseñadas en los colegios conciliares.

Fuera de las disposiciones eclesiásticas y de la geografía española, la punición en las prácticas editoriales tuvo otro alcance. La impresión de obras peninsulares en Francia obedeció además a otras causas que tienen que ver con la economía en la edición de los textos. El precio típico del libro en octavo francés, como el *Compendio*, contra el tamaño cuarto menor español, fue durante un largo período del siglo XIX de 2 francos y medio. Desde 1830, los libreros parisinos supieron modificar las condiciones materiales de los textos, con lo que abarataron la mano de obra y costos con gran éxito.⁷ Numerosas obras españolas de ciencias, literatura y moral fueron publicadas en Francia con un valor de 25c, 50c y 1 franco, lo cual hizo que se vendieran por millares, sobre todo en América.

El comercio librero exterior de España consistía esencialmente en aprovisionar de *cultura* a la América meridional y México, países todos de lengua castellana. Entre 40 y 50 libreros franceses imprimieron libros españoles a mediados del siglo XIX. Los nexos entre los grupos editorialistas españoles y los libreros franceses, así como la difusión del conocimiento enciclopédico en México, configuraron estructuras de monopolios editoriales que sujetaron a su antojo el envío de obras a América, como queda confirmado en la cita de Escolano que ya referimos.

Dichos consorcios, sobre todo en la parte que corresponde a los editores españoles, fuera ya de las restricciones políticas de su país, gozaron de amplios privilegios para la compilación, diseño y difusión de las obras para América. Tres factores demuestran lo ante-

⁶ Cfr. (1988). *Enciclopedia Universal Ilustrada* (tomo XIX). Madrid, España: Espasa Calpe, pp. 91-92.

⁷ Como el caso del librero francés Charpentier. Cfr. *Enciclopedia Universal Ilustrada*, p. 525.

rior, a la luz de los perjuicios que sufrieron los profesores mexicanos.

1°. En primer término, esos grupos se opusieron a la publicación de *buenas* obras elementales que pudieran ser difundidas en nuestro país (Díaz y de Ovando, 1994, p. 24).

2°. Jamás fueron aceptadas las propuestas de impresión de libros por parte de profesores extranjeros, incluyendo a los mexicanos.

3°. Y, finalmente, lo más grave: *Especularon* en torno a las necesidades pedagógicas que los colegios de nuestro país requerían compilando, mutilando o cortando las obras elementales de autores españoles que, eventualmente, se enviaron a América. De allí las quejas de profesores del Seminario de Minería, como Manuel Castro:

[...] así, la formación de las obras elementales es abandonada al espíritu de la *especulación*, en tanto que ellas deberían ser reservadas a un corto número de hombres bastante instruidos para un trabajo tan difícil[...].⁸

En el fondo de estas actitudes subyacen las facilidades otorgadas a los editores españoles por parte de los libreros franceses para imprimir no sólo obras comunes –aquéllas donde se respetó la propiedad intelectual del autor–, sino incluso obras *fraudulentas*, contrarias a la norma.⁹ Desde 1830, esta práctica era cotidiana en Europa, incluso en los Estados Unidos, mientras que en Francia se vetaba su divulgación local.

La especulación fue un rasgo natural que apareció en los editores y compiladores españoles a partir de los momentos de crisis e

inestabilidad política que, en este caso, pudo ser suscitada por las relaciones del Estado con la Iglesia.

Una explicación coherente de tal práctica especulativa sólo se comprende a partir de la pretensión de los editores españoles por controlar culturalmente a México y a América. También asegura ser la exaltación política de estos últimos –¿exiliados liberales?– contra los cerrados decretos de impresión de la Santa Sede.

Si las huellas sociales y económicas arrojadas por la guerra con los Estados Unidos en 1848 fueron desastrosas y humillantes, éstas no se comparan con el control cultural que medró en los colegios mexicanos de esa época. Los resultados son expuestos más detalladamente en el capítulo III: obras elementales escindidas y conocimiento anticuado. Consecuencias más drásticas se ventilan en el segundo curso de matemáticas ofrecido en el Seminario de Minas en dicha etapa, en la que, por falta de obras adecuadas y restringidos al uso de la anticuada obra de Bails, los alumnos debían sacar copias manuscritas de los apuntes del profesor, lo cual también ocurría en otras disciplinas (Díaz y de Ovando, 1994, p. 24).¹⁰

LOS CONOCIMIENTOS DEL COMPENDIO EN SAN ILDEFONSO

Como vimos, el concepto central de la matemática propuesto en el *Compendio* de Vallejo fue la noción de cantidad en su reformulación más elemental para la enseñanza, es decir, desprovista de las articulaciones del cálculo que pudieron dar mejores perspectivas a la didáctica nacional preparatoria.

⁸ *Ibid.*, p. 24. Las itálicas son nuestras.

⁹ *Enciclopedia Universal Ilustrada*, p. 526.

¹⁰ "Discurso que el profesor del segundo curso de matemáticas, Cástulo Navarro, leyó en el acta de esta clase el día 14 de noviembre de 1848", p. 28 (del documento original).

A partir de la tendencia de la matemática hacia la algebratización, acontecida en Francia a principios del siglo XVIII, la noción de cantidad llegó a abarcar el dominio entero de la geometría, aritmética, álgebra y cálculo infinitesimal (Shubring, 1987, p. 44). Tal movimiento, caracterizado por el conocimiento del mundo sensible a partir de las aplicaciones de la ciencia matemática (D' Hombres, 1944, p. 19) tuvo una amplia actividad a nivel regional.

En nuestro país, en el intervalo de 1842 a 1866, el paradigma asociado con el concepto de función euleriano aparece definido como la noción de cantidad, y se percibe a través de una dicotomía: en primer término, opera con magnitudes de la matemática (números reales y variables) y bajo otra perspectiva con entes de la realidad física (áreas, volúmenes, distancias).

Dentro de la práctica de las actividades científicas en nuestro país, dicha idea se utilizaba como un elemento de enlace entre la matemática y los problemas físicos que enfrentaban disciplinas como la astronomía y topografía, colocándose entre el problema real y el concepto de ecuación o función. En su conjunto, el enlace se daba de la siguiente manera:

Problema físico \Leftrightarrow Cantidad \Leftrightarrow
Ecuación-función

Así, se propiciaba el establecimiento de la función $f(x)$ o la ecuación común que era análoga al problema. La justificación a este esquema operativo se encuentra inmersa en los modelos matemáticos de aproximación que se usaron a lo largo del XIX, que hacían rápidos y confiables los cálculos hacia la fenomenología física.

En la enseñanza de la matemática en San Ildefonso, el ejemplo más evidente de la discretización de la noción es la aplicación de la regla de la *falsa posición*, bajo la cual en ningún momento se llegaba al estado continuo para obtener las raíces de ecuaciones indeterminadas de cualquier grado. La regla se enseñaba en un contexto puramente aritmético, como

$$x = \frac{ab - \beta a}{\alpha - \beta}$$

Y siendo:

$$D = \frac{\alpha(b - a)}{\alpha - \beta}$$

quedaba $D = x - a$. Véase en nuestra tesis el modelo así colocado en el *Compendio*.¹¹

Aunque ello habla bien de la posible elementalización del concepto newtoniano, de cuya transposición se encargó Vallejo, es claro que en el colegio jamás se llegó a utilizar la concepción del sustrato variacional, aquello que *aumenta y disminuye*, de acuerdo con la forma de Newton-Raphson:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

LA FORMACIÓN PREPARATORIANA

El uso que hacían los colegiales mexicanos con la noción de cantidad tenía que ver con la medición de distancias, ángulos, direcciones y, entre otros, alturas. Estos elementos sustentaron una formación pragmática que se distinguió por la solución de problemas geométricos muy elementales que surgían de la realidad objetiva, y bajo una concepción de la matemática idealizada por su utilidad. Alrededor de la matemática, este era uno de

¹¹ Véase el capítulo III, sección 3.4.4, de nuestro trabajo, pp. 58-61.

los objetivos que el modelo de enseñanza demandaba. La utilidad de la regla de la falsa posición en la solución de ecuaciones indeterminadas constituía un elemento más en ese juego de aptitudes.

Resulta difícil exponer los mecanismos por los cuales estas concepciones y aptitudes que impartía la instrucción se eslabonaban para ejercer e impactar al ambiente social laboral. Los vínculos más cercanos de los frutos de los conceptos en juego tenían que ver con la propia enseñanza, práctica en la que muchos de los bachilleres egresados se empleaban en los colegios nacionales. Eventualmente, la capacidad con que se contrataban pudo darse alrededor de la propia formación, es decir, como agrimensores y diseñadores de plantas topográficas de mediana precisión. Esto último resulta ser coherente por la poca existencia en la Ciudad de México de profesionales en tal ramo (Arróniz, 1858); sin embargo, es necesario aclarar que las severas críticas sobre la enseñanza preparatoria de esta época se deslindan de los conocimientos enseñados y tienen que ver más con el elitismo de ingreso a los colegios.

LA DIFUSIÓN DE CONOCIMIENTOS A LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

El Cálculo infinitesimal de Francisco Díaz Covarrubias

La difusión local de conocimientos, en el tercer proceso, se caracteriza por las aportaciones hacia la reformulación para la enseñanza de conceptos del cálculo, como el de *derivada*, que hicieron en México Francisco Díaz Covarrubias y Gabino Barreda. Dichas nociones fueron ininterrumpidamente enseñadas en la Escuela Nacional Preparatoria desde 1867 hasta finales del siglo XIX.

Díaz Covarrubias (1873, p. 21) fijó la definición de variable tomando de la noción de cantidad toda su esencia; así, la consideró como *cantidades susceptibles de adquirir diversos valores*. A partir de esta definición inició la construcción de los elementos confiables del cálculo infinitesimal (función y derivada, entre otros); además, propuso dicha idea a través del concepto comtiano de *magnitudes auxiliares* en la forma:

[...] el análisis llamado trascendente o infinitesimal tiene por objeto introducir en los cálculos ciertas cantidades auxiliares con el fin de facilitar el establecimiento de las ecuaciones entre los diversos elementos de una cuestión, dando enseña métodos para eliminar las auxiliares, a fin de obtener las relaciones que se buscan entre las cantidades principales del problema (Díaz Covarrubias, 1873, p. 19).

Donde la definición de derivada:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

es caracterizada por la *constancia* de la cantidad h . De esta forma, encapsuló su posición alrededor del cálculo algebraico de Lagrange, excluyendo toda relación de aproximación infinitesimal en su propuesta.

En la práctica, la validez del programa de cálculo de Díaz Covarrubias sólo es posible si se analizan separadamente cada uno de los términos que integran la serie

$$f(x+h) = f(x) + \frac{dy}{dx}h + Bh^2 + Ch^3 + \dots + etc.,$$

viendo al cociente de diferenciales

$$\frac{dy}{dx}$$

como una clara proporción entre los elementos del problema y prescindiendo, en caso

necesario, de aquéllos de cualquier grado en h , no para *evanecerles* o aplicarles un límite, sino por su inutilidad práctica dentro del problema real o físico.

El método de Díaz Covarrubias no es como otros sistemas del cálculo infinitesimal alternativos de su época, sino un modelo que agrupa la información contenida en los fenómenos físicos estudiados. Tal perspectiva reduce la geometría infinitesimal trascendente a meras operaciones algebraicas que tienen por frontera la serie de Taylor.

En síntesis, la propuesta para h constante de Díaz Covarrubias es una elementalización del concepto de límite. Del temor por utilizar la definición del concepto en su libro como

$$\frac{dy}{dx} = L \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

para $h = 0$ deviene su resistencia a la regla por la seguridad que le daba la interacción de la noción de cantidad con problemas de ingeniería de la realidad física, y la facilidad en la eliminación de los incrementos de grado dos en adelante en las series; ello es patente en sus obras de topografía, geodesia y astronomía, donde cultivaba esta idea (Díaz Covarrubias, 1867). En el análisis que hace del concepto de límite se reafirma su resistencia a adoptarlo, planteándolo en los siguientes términos:

$$\text{Si } \frac{\Delta y}{\Delta x} = A + B\Delta x + C(\Delta x)^2 + \dots + \text{etc.},$$

$$\text{entonces } L \frac{\Delta y}{\Delta x} = A, \text{ cuando } \Delta x = 0.$$

Barreda: El Examen del cálculo infinitesimal desde el punto de vista lógico

La crítica de Barreda a la propuesta de Díaz Covarrubias tuvo como objetivo mostrar, a través del método positivo, la falta de preci-

sión matemática en la definición de la regla lagrangiana. Valiéndose del concepto de variaciones concomitantes de Stuart Mill, demostró la *verdad* $\frac{a}{0} = \infty$, llegando al siguiente teorema:

Si suponemos: $\frac{a}{x}$, de manera que x vaya disminuyendo incesantemente, irá creciendo en proporción a medida que x se vaya acercando a 0. De esta constante relación entre la disminución de x y el aumento de $\frac{a}{x}$, inferimos, por inducción de variaciones concomitantes, que si x llegara a igualarse con 0, o si tocara su límite, como se dice, $\frac{a}{x}$ sería $= \infty$ (Barreda, 1908, p. 54).

La posición de Barreda asume un carácter técnico que solamente se comprende con el uso del método positivo. Dicho resultado surge de transponer el conocimiento fincado en el concepto de función, en tanto las variaciones concomitantes de Mill, y llevarlo hacia una *metafísica del saber* donde se coloca el infinito;¹² asimismo, a través de ella es posible inferir hacia el límite de la expresión.

El intento de Barreda es un síntoma con el que se busca una posición de rigor matemático, dispuesta para defender y reconstruir el cálculo leibniciano, para así garantizar su fundamentación. El modelo evita cualquier tipo de relación con la fenomenología física, percibiéndose una ruptura con las propuestas de Comte, Lagrange y Díaz Covarrubias.

LAS CONSECUENCIAS EN LA ENSEÑANZA

El plan pedagógico que permitía llegar a la enseñanza del concepto de límite, vía las va-

¹² Metafísica en el sentido ambiguo que surge de la expresión $\frac{a}{0} = \infty$, transición imposible de ser evitada, mas necesaria para la inferencia hacia el límite.

riaciones concomitantes, prescribía un estilo de precálculo en asignaturas como aritmética, álgebra, trigonometría y geometría analítica; de éstas se seguía con la enseñanza del cálculo infinitesimal, cosmografía, física y, finalmente, la lógica, al final de la enseñanza, donde se enseñaba el concepto.

Barreda dio una estructura rígida al modelo científico del método positivo de la inducción y deducción que se enseñaba en el curso de lógica al final de la instrucción; de tal forma, la comunidad estudiantil preparatoriana, entre 1867 y 1897, fue colocada entre dos posiciones de conocimiento antagónicas. La primera, renunciando a la cualidad infinitesimal de las magnitudes auxiliares, con el cálculo de Díaz Covarrubias, y la de Barreda, exagerando en elementos conceptuales de difícil aceptación en la didáctica.

Es obvio que ambos saberes debieron dar por resultado serios obstáculos de corte epistemológico difíciles de ser franqueados; sólo así se comprende el afán de Barreda por establecer en la Preparatoria academias de matemáticas (talleres), con que se deseaba minimizar la problemática.¹³

Lo anterior dio lugar a severas críticas de la sociedad mexicana que no estaba preparada para recibir ese modelo de conocimiento y a conflictos internos en la Escuela Nacional Preparatoria que precisaron de Barreda un amplio estudio de la lógica de Mill y el aprendizaje, en la misma dirección, del cálculo infinitesimal de Díaz Covarrubias.

Las primeras quejas hacia la rigidez de la enseñanza matemática llevaron en 1870 a la

Cámara de Diputados a exigir a Barreda que excluyera las asignaturas de geometría analítica y nociones de cálculo infinitesimal de algunos planes de estudio, pues su consecución poco tenía que ver con la enseñanza de la ingeniería en la Escuela Nacional de Ingenieros.

Aunque los hechos que planteamos en el siguiente párrafo están ampliamente documentados, es necesario insistir en ellos, ya que aportan elementos valiosos a los cuestionamientos de la exclusión que se hizo posteriormente del método positivo.¹⁴

En 1880, el corazón del método sería cortado de la didáctica. La obra de Stuart Mill, eje rector de la enseñanza positiva, fue sustituida por la *Lógica* de Tiberghien, obra que marca una vuelta a la enseñanza de la religión y el propio declive del método positivo, así como una redefinición de los planes de estudio. Con ello inicia la disputa por la continuidad o rompimiento del método, del cual harán defensa los positivistas formados por Barreda en la Escuela Nacional Preparatoria. En 1882 se sustituye la *Lógica* de Tiberghien por la de Luis Ruiz, con la que se busca una conciliación entre el positivismo mexicano y la enseñanza de la religión. Sin embargo, en 1883 se impone de nuevo el pensamiento positivista a través de la *Lógica* de Paul Janet, vigente hasta 1903, año en que se incorporan las *Nociones de lógica inductiva y deductiva* del discípulo de Barreda, Porfirio Parra, la cual durará en la Preparatoria hasta el inicio de la revolución mexicana. Estos cambios en los textos de *Lógica* hablan de los problemas de enseñanza que causaba el método positivo.¹⁵

¹³ Cfr. con el rubro 4.2.2 de nuestra tesis, "El edificio positivista y sus consecuencias", p. 95.

¹⁴ Krauze de la K. R. (1961), p. 76.

¹⁵ Durante la primera década del siglo XX se consolida el grupo denominado Ateneo de la Juventud, gestado dentro del positivismo de Barreda y comandado por Antonio Caso. Caso y su grupo de intelectuales (escritores, políticos, filósofos y pensadores) serán los críticos más acérrimos que harán declinar, con sus ideas filosóficas, al método positivo de Barreda.

En el contexto de la matemática y su enseñanza, en la Preparatoria el método positivo de Barreda tendría una reformulación en lo que otro profesor de esa institución, Francisco Echeagaray, llamó *método infinitesimal*:

Arte de aplicar el cálculo a la solución de problemas que no pueden resolverse directamente, y en los cuales se consideran las cantidades como límites de relaciones o de sumas de otras cantidades infinitamente pequeñas, de naturaleza más simple y cuyos límites se pueden obtener por procedimientos generales de diferenciación e integración (Echeagaray, 1897).

Para Echeagaray, el cálculo infinitesimal seguía siendo rigurosamente *algebraico*¹⁶ y desligado de toda coyuntura con la fenomenología física. Éste tenía por objeto:

Calcular los límites de las relaciones y los límites de las sumas; es decir: encontrar los valores fijos a los que convergen las relaciones o las sumas (series) de cantidades variables, a medida que decrecen indefinidamente según cierta ley.

CONCLUSIONES FINALES

El concepto de límite fue incorporado a la enseñanza debido a las presiones que, durante treinta años, ejercieron las propuestas de Díaz Covarrubias, Barreda y Echeagaray, así como por la insistencia de algunas obras elementales francesas que iniciaron el sedimento del concepto en la didáctica nacional. Los

intelectuales mexicanos libraron una gran lucha para franquear no sólo obstáculos de enseñanza sino, como vimos, problemas políticos difíciles de ser zanjados. Finalmente, en 1890, con la propuesta de Echeagaray, se establecería en la preparatoria nacional una reformulación del concepto de límite parecida a la de uso actual.

Al final, ¿qué resta? La credibilidad de lo hasta aquí afirmado se puede deslindar de las fuentes que en cada caso se plantea. Nuestro punto de vista es que cada sección de este trabajo confiere elementos que configuran redes de conocimiento histórico suficientes para llenar, en este contexto, espacios que han sido abordados.

Los hallazgos más sobresalientes en el contexto de la disciplina se ven tipificados por la enseñanza en el colegio de San Ildefonso de la noción de cantidad, a lo largo de un período amplio, y en los esfuerzos por establecer la didáctica del concepto de límite en la Escuela Nacional Preparatoria a partir de 1867. Estas ideas no eran claras en las historiografías tradicionales de la enseñanza, e incluso se desconocían.

En el ambiente social, pudimos aclarar el contexto geopolítico que hizo difícil la difusión de los conocimientos antes citados. Sin embargo, quedan abiertas expectativas, pues apenas si distinguimos nombres como el de Liberto L. Solanas, el compilador del *Compendio*, las *sociedades literarias* que enviaron obras elementales hacia México, así como un abanico de editoriales francesas, entre las que sobresale la de *Rosa et Bouret*. En esta

Los ataques más agudos de Caso fueron hacia la parte conceptual del método, y se colocaban precisamente ahí, donde éste resultaba ser la expresión social de los positivistas (Zea, L. Op. cit., p. 31). Con un ligero movimiento a la parte operativa del método de la inducción y deducción, Caso inauguraría un nuevo paradigma que globalizaba las aspiraciones educativas de la comunidad que precedió a la revolución mexicana, y al positivismo, en la búsqueda de conciliar ideologías hacia la creación de la Universidad Nacional.

¹⁶ *Ibid.*

dirección, es necesario aclarar los nombres de los personajes de los que dependían los monopolios involucrados.

Sobre la elementalización de conocimientos llevada a efecto por Díaz Covarrubias, queda abierta la posibilidad de un análisis de transposición didáctica en todo el *corpus* de este autor, que profundice y aclare los elementos finos de estos procesos. Aquí, es pertinente verificar que otros autores, o incluso profesores, indistintamente de las épocas, realizaron tareas de esta magnitud para incorporarlas al estudio.

Nuestra investigación aporta la perspectiva para el análisis de obras que condensan conocimientos matemáticos importantes como el *corpus* (seis tomos) de Jaquier, que estuvo inmerso en la enseñanza nacional de finales del siglo XVIII y es una compilación de los conocimientos establecidos por Newton en los *Principia*. Su análisis deberá ajustarse a otro tipo de metodología y apreciar la didáctica a que respondió.

Queda pendiente un estudio a profundidad de la matemática que fue enseñada en el Colegio de Minería. Observar etapas de difusión, paradigmas, profesores, obras elementales, como las de Bails y Bouchariat, así como la distancia entre el conocimiento concebido en esos libros y su paralelo con el enseñado en Europa. Este trabajo fue considerado e iniciado como parte de nuestro proyecto, incluso es comentado al inicio; empero, tuvimos que dejarlo de lado por la magnitud de tal empresa.

En la metodología, establecimos el análisis del conocimiento en la historia de las institu-

ciones debido a que es cotidiano en nuestra disciplina. Sin embargo, pocos autores, o ninguno en nuestro país, han tomado en consideración esta componente¹⁷ de documentos relacionados con la historia de la ciencia en México, o bien con la historia de la enseñanza. Es absurdo que devotos de un estilo de tradición histórica escriban sobre historia de la ciencia sin considerar el conocimiento que en ella subyace, lo cual hace que se tomen decisiones equivocadas hacia las respuestas de las hipótesis que se plantean y se desdibujen los hechos históricos resultantes. Tampoco es válido hablar sobre instituciones educativas en las que se enseñó conocimiento científico sin tomar en cuenta esta perspectiva, que, en el futuro inmediato, deberá ser revalorada (Lemoine, 1970).

Finalmente, si bien fue difícil entender, a través de la sola lectura, textos científicos u obras elementales inéditas como las de Barreda, Comte, Díaz Covarrubias, e incluso la de Vallejo, por su alto contenido epistemológico y conceptual, más lo fue tratar de conectar los conceptos con el ambiente educativo donde se desarrollaron. En esta dirección, resultan valiosas a la metodología las aportaciones de las componentes social e histórica, ya que hacen accesibles los resultados y permiten describir los hechos.

En general, este proyecto es una breve aportación que matiza algunas pinceladas de nuestra tradición de enseñanza y puede servir de punto de partida para quienes se interesan por los problemas de la didáctica de la matemática, ya que ofrece elementos para profundizar en los componentes epistemológicos y conceptuales de la didáctica del cálculo y traducir algunos hechos históricos que pueden ser

¹⁷ Un somero análisis de la obra de Elías Trabulse, como *El círculo roto*, arroja serias contradicciones en los resultados que este autor expone respecto de la longitud de la Ciudad de México, determinada indistintamente por el fraile mercedario fray Diego Rodríguez, hacia el primer tercio del siglo XVII, y el ingeniero Francisco Díaz Covarrubias en 1855. Trabulse concluye su tesis afirmando la cientificidad de los resultados del fraile. Sin embargo, es fácil probar documentalmente que los datos tomados por el fraile para calcular la longitud son equivocados.

importantes para investigadores de diversas disciplinas.

Consideramos que este intento de sintetizar los procesos a través de descifrar los datos culturales arrastrados por la difusión ha exi-

gido de nosotros un conocimiento, si no profundo, sí adecuado, suficiente e intenso de los campos disciplinarios implicados, la procuración de un análisis fidedigno de las fuentes y un juicio crítico y moderado, lo cual ha sido un reto para nuestro estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroníz, M. (1858). *Manual del viajero en México*. París, Francia: Rosa et Bouret.
- Bachelard, G. (1927). *Essai sur la connaissance approchée*. Paris, France: J. Vrin (Librairie Philosophique).
- Barreda, G. (1908). *Examen del Cálculo Infinitesimal bajo el punto de vista lógico* (3a. edición de *Revista Positiva*). México: Tipografía Económica.
- Barreda, G. (1987). *La educación positivista*. México: Porrúa ("Sepan Cuantos...", 335).
- Bails, B. (1790). *Principios de Matemáticas de la Real Academia de San Fernando* (2a. edición). México: Imprenta de la Viuda de Ibarra.
- Belanger, J. B. (1847). *Calcul infinitesimal*. Obra dedicada para la enseñanza del cálculo en la *école polytechnique*.
- Belhoste, B., Dalmedico, A. D. & Picon, A. (1994). *La formation polytechnicienne. 1794-1994*. Paris, France: Dunod.
- Boucharlat, J. L. (1856). *Éléments de Calcul Différentiel et de Calcul Intégral*. Paris, France: Mallet Bachelier.
- Chevallard, Y. & Johsua, M. A. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique: la notion de distance. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 3 (2).
- Comte, A. (1830). *Cours de Philosophie Positive* (VI tomes). Paris, France: Au Siège de la Société Positiviste.
- Dalmedico, A. D. (1992). *Mathématisations. Augustin-Louis Cauchy et l'École Française*. Paris, France: Éditions du Choix (Librairie Scientifique A. Blanchard), p. 9.
- D'hombres, J. (1994). El rigor o cómo se construye una idealidad. Citado en A. L. Cauchy (1994), *Curso de análisis*. México: *Mathema* UNAM.
- Díaz Covarrubias, Francisco (1867). *Nuevos métodos astronómicos para determinar la hora, el azimut, la latitud y la longitud geográficas*. México: Imprenta del Gobierno en Palacio.

- También: (1896). *Tratado elemental de topografía, geodesia y astronomía práctica* (3a. edición, tomo I). México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Díaz Covarrubias, F. (1873). *Elementos de análisis trascendente o Cálculo Infinitesimal*. México: F. R. Castañeda y L. G. Rodríguez, Impresores.
- Díaz Covarrubias, F. (1896). *Tratado elemental de topografía, geodesia y astronomía práctica* (3a. edición, tomo I). México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Díaz y de Ovando, C. (1994). *Anuarios del Colegio Nacional de Minería (1845, 1848, 1859, 1863)*. Edición facsimilar. México: UNAM.
- Echeagaray, F. (1897). *Nociones de Cálculo Infinitesimal*. México: Imprenta Hijas de J. F. Jens.
- Escolano, A. (1994). La politique du livre scolaire dans la Spagne contemporaine. Jalons pour une histoire. Citado en Alain Choppin (Dir), *Manuels scolaires: états et sociétés XIXe XXe siècles*. Paris, France: INRP Publications.
- Falcón, R. (1996). *Las rasgaduras de la descolonización española y mexicana a mediados del siglo XIX*. México: El Colegio de México.
- Farfán Márquez, R. Ma. (1995a). *Construcción de la noción de convergencia en ámbitos fenomenológicos vinculados a la ingeniería*. Tesis de doctorado, Cinvestav, México.
- Farfán, R. M. (1995b). *Construcción de la noción de convergencia en ámbitos fenomenológicos vinculados con la ingeniería. (estudio de caso)*. México: Cinvestav-IPN (Programa editorial del área de Educación Superior, serie Investigaciones Doctorales No 1).
- Gil de Zárate, A. (1855). *De la instrucción pública en España*. [Edición facsimilar (1995), 3 tomos]. Oviedo, España: Pentalfa Ediciones.
- Jaquier, F. (1801). *Institvtiones Philosophicae*. VI tomos. Italia: Perpiniani Typis D. J. Alzine Anno.
- Jaquier, F. (1824). *Institvtiones Philosopicae* (tomus I al VI). Paris, France: Tomás Alban.
- Koyré, A. (1973). *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris, France: Gallimard., p. 12.
- Jaquier, F. (1824). *Institvtiones Philosopicae* (tomus I al VI). Paris, France: Tomás Alban.
- Kroeber, A. L. (1937). Diffusionism. En R.A. Seligman & Alvin Johnson (Eds), *Encyclopedia of the Social Sciences* (tome III). USA: Macmillan Company. Citado en A. y E. Etzioni (1995). *Los cambios sociales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T.. (1985). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.

- Lacroix, S. F. (1825). *Elemens d'Algebre*. Quatorzieme édition. Paris, France: Bachelier.
- Lacroix, S. F. (1826). *Tratado elemental de Aritmética* (3a. edición, tomo I, trad. J. Rebollo). Madrid, España: Imprenta Real.
- Lemoine, E. (1970). *La Escuela Nacional Preparatoria en el periodo de Gabino Barreda (1867-1872)*. México: UNAM.
- Mill, J. S. (1866). *Systeme de logique déductive et inductive, exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique* (traduit sur la sixième édition anglaise, deux tomes). Paris, France: Libraire Philosophique de Ladrangé.
- Piñuela, E. (1921). *El concordato de 1851*. Madrid, España: Reus, S.A.
- Scheler, M. (1935). *Sociología del saber* (traducción de José Gaos). Madrid, España: Revista de Occidente. Citado en (Zea, 1943, p. 26)
- Shubring, C.. (1987). On the methodology of analysing historical textbooks: Lacroix as textbook author. *For the Learning of Mathematics* 7 (3).
- Staples, A. (1985). *Educación: Panacea del México Independiente*. México: SEP-El Caballito (Colección Bibliografía Pedagógica. Antología).
- Stuart Mill, J. (1866). *Systeme de logique déductive et inductive, exposé des principes de la preuve et des méthodes de recherche scientifique* (traduit sur la sixième édition anglaise, deux tomes). Paris, France: Libraire Philosophique de Ladrangé.
- Suzanne, M. (1810). *De la maniere d'étudier les mathématiques*. Paris, France.
- Trabulse, E. (1984a). *Historia de la ciencia en México. Siglo XVII* (tomo II). México: Conacyt-Fondo de Cultura Económica, pp. 54-60.
- Trabulse, E. (1984b). *El círculo roto*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Vallejo, J. M. (1812). *Tratado elemental de Matemáticas* (tomos I y II). Palma de Mallorca, España: Imprenta Melchor Guasp.
- Vallejo, J. M (1817). *Tratado elemental de Matemáticas* (tomo III). Valencia, España: Imprenta de Estevan.
- Vallejo, J. M (1835a). *Compendio de Matemáticas* (tomos I y II). París, Francia: Imprenta Waldor.
- Vallejo, J. M (1835b). *Compendio de Matemáticas* (tomo I). Madrid, España: Imprenta Garrasayaza.

Vallejo, J. M (1851). *Curso elemental de Matemáticas. Arreglado por los mejores autores para el uso de los colegios de la República*. México: Imprenta de Lara.

Vargas M, S. (1970). *Historia de las doctrinas filosóficas. La filosofía moderna*. México: Porrúa.

Velamazán, M. A. (1994). *La enseñanza de la matemática en los colegios militares españoles*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza (Cuadernos de Historia de la Ciencia).

Zea, L. (1985). *El positivismo y la circunstancia mexicana*. México: FCE (Lecturas Mexicanas, Primera Serie, No. 81).

Alberto Camacho Ríos
Instituto Tecnológico de Chihuahua II
Chihuahua, México
Email: camachoalberto@hotmail.com