

# Historia y enseñanza de las matemáticas

LUIS C. ARBOLEDA A.

El presente trabajo se propone contribuir a la discusión de un tema que parece llamar la atención de administradores, docentes y estudiantes del sector educativo en las ciencias básicas: la determinación de las condiciones en virtud de las cuales es posible apropiarse del "valor pedagógico intrínseco" de la historia de las ciencias (en el caso concreto, de las matemáticas), para revertirlo en el mejoramiento de la enseñanza de los contenidos tradicionales.

Nosotros tememos no poder aportar una respuesta expedita y completamente favorable a esta cuestión. Por el contrario, la hemos tomado como pretexto para examinar, desde diferentes ángulos, las características propias al trabajo en historia de las matemáticas, el estatuto de la disciplina en tanto que práctica teórica y su relación con la actividad matemática creadora. Este es el programa adelantado en la primera parte de esta monografía.

En la segunda, se aborda directamente la cuestión central: la historia y la enseñanza de las matemáticas. Inicialmente plantearemos un asunto aparentemente trivial pero que se deja de lado con alguna frecuencia por los "renovadores" de la enseñanza: historia y enseñanza de las matemáticas, por su objeto y naturaleza de sus actividades prácticas, son dos disciplinas diferentes. Seguidamente examinaremos algunas de las dificultades corrientes en la enseñanza mediante el "método histórico" para concluir con ciertas formulaciones positivas que señalarían, más que todo, el lugar de una posibilidad: la articulación de las dos disciplinas desde campos autónomos que puede, efectivamente, rendir una eficacia combinada en la formación de un espíritu matemático crítico.

El autor es, en la actualidad, profesor asociado del Departamento de Matemáticas y coordinador del Seminario sobre Historia de las Ciencias en la Universidad del Valle.

## 1. La historia de las matemáticas como disciplina teórica

### a) El por qué de la historia de las matemáticas

Esta cuestión debería abordarse en rigor como parte de otra más general y relacionada con la definición epistemológica de lo que es el objeto y el método de la historia de las ciencias. Sin embargo, esta vía nos conduciría a estudios muy específicos y a una gran variedad de posiciones que se expresan en la vasta literatura publicada al respecto. Nosotros mismos hemos sistematizado las que nos han parecido las interpretaciones

más relevantes sobre el carácter y naturaleza de la historia de las ciencias en un trabajo publicado en 1977<sup>1</sup>. Así, pues, limitémonos en este artículo a considerar una disciplina ya establecida y a examinar algunas de las características y razones de su existencia.

Tal vez una de las explicaciones más válidas se encuentre en la siguiente opinión de Denis Diderot (1713-1784) quien, como Director de la **Encyclopédie** junto a D'Alambert, dedicaría veinticinco años a la realización del ambicioso proyecto de presentar una visión de conjunto de los saberes de su época:

"Distingo dos medios de cultivar las ciencias: uno, aumentando la masa de conocimientos mediante descubrimientos y es así que se merece el nombre de inventor; el otro, relacionando los descubrimientos y ordenándolos de manera que más hombres estén al tanto de ellos y que cada cual participe, según sus posibilidades, a la inteligencia de su siglo...".

Otra razón de su importancia radica indudablemente en la tradición de la historia de las ciencias como actividad independiente del pensamiento. En el caso de las matemáticas, los primeros trabajos profesionales de tipo histórico se remontan a los albores de la época dorada de los griegos. En efecto, ya en el siglo IV a.C. Eudemo habría elaborado tres grandes investigaciones históricas, según algunos de los fragmentos encontrados y de acuerdo con testimonios posteriores de otros escritores, sobre los desarrollos de la aritmética,

de la geometría y de la astronomía. Tales estudios han sido particularmente útiles para precisar momentos fundamentales de la producción matemática de la época. Retengamos aquí la descripción de los trabajos de la escuela de Pitágoras que ha sido y es fuente obligada de referencia en los comentarios indirectos de los mismos que nos fueron transmitidos por Proclo y Simplicio. O sea, que por lo menos desde hace veinticinco siglos los matemáticos o filósofos de las matemáticas (Eudemo fue miembro de la escuela de Aristóteles) se

han planteado como tarea específica la restitución de las ideas matemáticas, con más o menos rigor, ligada más o menos a la historia de las civilizaciones y de las otras ramas del conocimiento. Desde luego que una actividad profesional en historia de las matemáticas, muy evidente en el caso antes mencionado, se posibilita y justifica por el volumen y por la importancia de los conocimientos acumulados en un momento.

Cuando se examinan las actividades de los grandes centros matemáticos de fines del siglo pasado y comienzos del presente, se puede constatar el reconocimiento que ya se le otorgaba a la historia de las matemáticas. Al punto que muy a menudo funciones que hoy se diferencian como específicamente históricas, en esos tiempos sencillamente formaban parte de un mismo trabajo matemático.

No habría más que tomarse el cuidado de revisar las listas de trabajos científicos de los matemáticos más destacados de ese período, para percatarse de su marcado interés por la historia y la prehistoria de las teo-

rías objeto de sus propias investigaciones.

Un caso que nos parece notable por varios aspectos es el del matemático alemán Carl Ludwig Siegel (1896-1981) cuyas realizaciones en teoría de números (análisis diofántico de dos variables, teoría de números trascendentes, teoría de formas cuadráticas de coeficientes enteros) y en la teoría de funciones automorfas de varias variables, se cuentan entre las más importantes y fecundas de este siglo. Siegel escribió un interesante artículo sobre los trabajos del célebre seminario matemático de Frankfurt en la década de los años veinte<sup>2</sup>. Dirigido por Max Dehn (1878-1952) (un prominente geómetra de comienzos del siglo que hizo aportes fundamentales principalmente en topología diferencial), el seminario de Frankfurt fue institución de visita obligada de diferentes matemáticos nacionales y extranjeros, antes que la actividad de los seminarios se generalizara a los principales centros y universidades europeos y americanos. El documento histórico de Siegel sobre el seminario aporta el siguiente comentario:

"Una regla del seminario era estudiar los más importantes descubrimientos matemáticos de todas las épocas en su publicación original: cada cual debía analizar el texto por anticipado y se esperaba que fuese capaz de orientar la discusión después de una lectura colectiva. De esta manera estudiamos los matemáticos antiguos y nos dedicamos durante varios semestres a un estudio personal minucioso de Euclides y Arquímedes. En otra ocasión consagramos varios semestres a la evolución del álgebra y la geometría desde la Edad Media hasta la mitad del siglo XVII; en el curso de estos estudios llegamos a familiarizarnos bastante con los trabajos de Leonardo Pisano (Fibonacci), Vieta, Cardano, Descartes y Desargues. Nuestro estudio conjunto de las ideas que permitieron el desarrollo del cálculo infinitesimal fue también muy estimulante. Este nos permitió conocer los trabajos de Kepler, Huygens, Stevin, Fermat, Gregory y Barrow, entre otros".

De lo anterior se deduce que los trabajos de este seminario no se reducían simplemente a analizar el estado de problemas matemáticos rela-

tivamente recientes según los propios intereses de sus miembros. Se trataba de comprender a fondo ciertos fenómenos matemáticos. Con este fin, Dehn promovió la lectura crítica de los clásicos, incluso de los más remotos, en su afán por reconocer los aportes decisivos y originales en el desarrollo de las teorías.

'Estoy convencido que si se quiere hacer progresos en matemáticas hay que estudiar los maestros y no los alumnos'.

Refiriéndose al testimonio ya mencionado de Siegel sobre el seminario de Dehn, Edwards resalta el alcance de la formación histórica en la producción matemática de Siegel; uno de los mejores resultados en el que se combinaron exitosamente estas dos facetas en la investigación de Siegel es, a juicio de Edwards, su descubrimiento de las llamadas fórmulas de Siegel-Riemann en la teoría de la función zeta.

También hay un testimonio muy calificado sobre el rol determinante que cumple la historia de las matemáticas en el impulso de la llamada investigación de frontera. Es el del matemático francés André Weil (1906) quien es reconocido por muchos como el talento universal más fecundo después de Poincaré. De una cultura humanística impresionante, la obra matemática de Weil se ha desplegado sobre todo en teoría de números y en geometría algebraica, pero también en análisis armónico, en topología general y topología algebraica. Como miembro fundador del grupo Bourbaki y como profesor universitario reputado, Weil ha dedicado la mayor parte de su carrera a la enseñanza y a la

Uno de los principales estudiosos de la historia de las matemáticas y especialista en teoría de números, el matemático norteamericano Harold Edwards, ha publicado recientemente un trabajo<sup>3</sup> consagrado a propagar el interés que tiene para el trabajo matemático la lectura de los clásicos, como se desprende de la siguiente divisa de Abel:

actividad de escritor matemático y científico.

En la recopilación de sus **Oeuvres Scientifiques** que han sido editadas recientemente<sup>4</sup>, Weil reconoce en varios lugares la influencia que tuvo su formación histórica en la obtención de sus resultados más decisivos. Por lo demás, basta tomar uno cualquiera de sus trabajos para apreciar la densidad de su conocimiento de los clásicos y de su contorno histórico (Weil es un historiador sumamente escrupuloso dentro de su orientación "internalista"; asistir a sus eventuales conferencias históricas es disfrutar del espectáculo sorprendente que significa revivir la producción de un concepto en toda su insospechada complejidad y guardar la fidelidad del discurso original, incluso en la interpretación de los propios matices de la lengua vernácula).

Desde sus estudios de normalista, a la edad de dieciseis años, Weil se orientó hacia la lectura de Riemann y Fermat muy probablemente conducido por su maestro Jacques Hadamard (1865-1963). A partir de ese momento, reconoce Weil,

"Me persuadí que la asidua frecuentación de los grandes matemáticos del pasado es una fuente de inspiración menos fértil que la lectura de los autores de moda".

Y refiriéndose a sus sucesivas visitas al Seminario de Frankfurt a partir de 1926, Weil ofrece una información adicional en el siguiente comentario para entender el origen de las famosas notas históricas anexa-

das por Bourbaki a los libros de los **Éléments de Mathématique** que comenzaron a publicarse en 1940 y que serían posteriormente recogidas en un solo volumen <sup>5</sup>:

(en las sesiones del seminario)... "tuve el sentimiento de estar participando de una incomparable fiesta intelectual... Habiendo tenido el privilegio de tal experiencia, naturalmente me encontraba bien situado para proponer, en el momento en que Bourbaki comenzó sus trabajos, la idea de incluir comentarios históricos que le diesen a las exposiciones una justa perspectiva y evitando que cayesen en un dogmatismo excesivo. Durante un cierto tiempo me correspondió esta tarea y los proyectos que de estas notas sometí a Bourbaki fueron generalmente aprobados con un mínimo de modificaciones, contrariamente a lo que siempre ocurrió con las redacciones propiamente matemáticas que Bourbaki recibía de sus colaboradores... Poco a poco, otros colaboradores de Bourbaki adquirieron el gusto por este género de exposiciones y mi propia participación se hizo cada vez más esporádica..." <sup>6</sup>.

El progresivo marginamiento de Weil de esta empresa tiene que ver probablemente con las situaciones de carácter personal y político que lo llevaron a dejar su país y radicarse finalmente en los Estados Unidos. Sin embargo, su vocación por el estudio de los clásicos y de la historia de las matemáticas ha sido tanto mayor de esa época a nuestros días. Su autoridad en este campo es justamente apreciada por la comunidad matemática: por invitación de la UIM (Unión Internacional de Matemáticos), Weil presentó una comunicación a la plenaria del último Congreso de Helsinki (1978) sobre la historia de las matemáticas <sup>7</sup>, que ha tenido un impacto considerable sobre matemáticos e historiadores que se interesan en estas cuestiones. Más adelante nos vamos a referir a la misma detenidamente.

De todo lo anterior se deduce que la razón de existencia de la historia de las matemáticas se encuentra, ante todo, en esa exigencia manifiesta de integración del trabajo

matemático con el cuerpo de los saberes ya sancionados por la experiencia creadora y en la búsqueda de fuentes de inspiración, tanto a nivel de método como de elementos que coadyuven a la formulación de nuevos problemas o a la solución de los clásicos. En esta relación recurrente con las teorías matemáticas más vivas, la historia tiende a adquirir, por su parte, un estatuto de científicidad y un bien ganado prestigio de disciplina teórica independiente <sup>8</sup>.

Que la historia de las matemáticas hoy por hoy hace parte indisoluble del trabajo matemático, se constata de manera elemental en el hecho que cada vez es mayor el número de las publicaciones que contienen secciones históricas; en las bibliotecas de los centros matemáticos más importantes, en los seminarios especializados, en los eventos internacionales... siempre se encontrará una actividad específicamente referida a cuestiones de naturaleza histórica. Basta consultar los periódicos matemáticos especializados en la revisión

de publicaciones recientes para percatarse de esta realidad. En cada uno de ellos (el **Zentralblatt fur Mathematik** publicado en Alemania a partir de 1932, los **Mathematical Reviews** americanos que datan de 1940 y el **Referativnyi Zhurnal** ruso), figura regularmente una sección consagrada a inventariar las publicaciones históricas. Igualmente se puede observar una creciente participación de la comunidad matemática en las actividades, publicaciones e investigaciones de carácter propiamente histórico, lo cual no hace más que confirmar el rasgo recurrente que ya se había subrayado. La misma enseñanza de las matemáticas, con las reservas que se puedan formular al respecto, no escapa a esta realidad. En todo caso, evidenciar una relación privilegiada entre las matemáticas y su historia contribuye a la explicación del por qué de ésta última, pero deja en suspenso una argumentación precisa sobre los límites constitutivos del trabajo histórico frente al trabajo matemático. Veamos cómo nos explicamos nosotros esta cuestión.

## b) La historia de las matemáticas y las matemáticas

No en todos los momentos de su evolución las matemáticas mantuvieron un vínculo indisoluble con su historia. En ocasiones, porque los historiadores favorecieron las reflexiones propiamente filosóficas sobre las matemáticas frente al análisis de la producción, desarrollo y filiación de los conceptos y teorías. Por esta vía la historia cedió a la tentación de lo especulativo y devino en historia "externa" de las matemáticas; historia de las **ideas matemáticas** sin una referencia precisa con su objeto, esta historia de las matemáticas se con-

virtió en un capítulo más de la historia general adornada con ribetes de filosofía de las matemáticas.

Que hasta fines del siglo pasado los historiadores hayan continuado asumiendo una actitud de perplejidad frente al **infinito** y lo **continuo** semejante a la que los pitagóricos adoptaron frente a lo "irracional"; que hasta esa época prevalezcan las consideraciones especulativas (en el sentido de la filosofía) sobre el infinito del corte de las paradojas de Zenón de Elea y de los estudios de Aristóteles, es comprensible en la medida que el concepto de infinito todavía no se había demarcado rigurosamente al interior del campo matemático<sup>9</sup>. Pero una vez que este concepto se produce en los trabajos de Georg Cantor (1845-1918) la teoría de los conjuntos equipotentes y la teoría de los ordinales, no hay ninguna razón para que los historiadores insistan en la consideración del problema solamente desde el punto de referencia de su prehistoria, recubriéndolo de una aureola de misterio que definitivamente ya no tiene. Por el contrario, partiendo de la creación cantoriana sobre el transfinito y el continuo y de los posteriores desarrollos (desde Hilbert, von Neumann, Gödel y Kuratowski hasta Cohen), se trataría de retrasar la interesante historia epistemológica de la formación del concepto de infinito matemático.

Así mismo, este extrañamiento de la realidad de la práctica del trabajo matemático, esta pérdida de conciencia de lo que son las matemáticas, parece haber conducido aún a muchos matemáticos notables del período 1895-1930 a adjudicarle un lugar y una función desmedidos al discurso

filosófico-especulativo sobre las "antimonías" lógicas de la teoría de conjuntos. Muchos creen encontrar en esta sobre-determinación de lo matemático por lo filosófico, la explicación a una serie de prejuicios —que todavía se expresan de vez en cuando— sobre la interpretación de este período histórico como el de una "crisis de los fundamentos" 10.

Otro orden de dificultades que, ocasionalmente, ha conducido a la historia de las ciencias a un **impasse** han sido los prejuicios que tienen los mismos matemáticos sobre los fines del trabajo histórico. La escuela histórico-epistemológica de Gaston Bachelard (1884-1962) justamente ha reivindicado como uno de los objetivos que hace a la esencia misma de

esta disciplina, promover una actividad de doble entrada: el análisis interno, epistemológico, que permite desentrañar el tejido intrincado del cuerpo de conceptos y su correlato dialéctico y, el análisis histórico en virtud del cual se explora la génesis del sistema. Nada más equivocado entonces que convertir la historia en una historiografía, como tal ha sido el caso durante una larga época.

Uno de los matemáticos más notables de este siglo, como que su creación produjo transformaciones fundamentales en topología general, análisis funcional y probabilidades, Maurice Fréchet (1878-1973), advertía en los siguientes términos contra la tendencia a la que nos referimos:

"A menudo he deplorado la tendencia demasiado frecuente en historia de las ciencias a reducirla a una sucesión de biografías, cuando ésta debería orientarse a descubrir la génesis y a seguir la evolución de las ideas, nociones y métodos científicos. El resto tiene un valor secundario como noticia científica" 11.

Naturalmente, esta tendencia afanosa a adjudicarle a la historia de las ciencias como objetivo principal la sanción de la prioridad y la paternidad de la producción científica, es movida por intereses no declarados. Se trata (o más bien, se ha tratado durante una cierta época) de someter la función de la historia a la validación de las carreras científicas, a la promoción de los científicos-precursores en algún campo; es decir, a la patentación del rol social (y político) de las instituciones académicas. Afortunadamente esta función política ha sido relegada a los estrechos círculos de los secretariados y de los **bureaux** administrativos de las academias de todo tipo.

La segunda parte de la citación de Fréchet nos acerca a lo que constituye el meollo de la actividad en historia de las ciencias: aprehender la evolución de las ideas científicas, ser capaz de diferenciar las tendencias de conjunto de esta evolución y poder aclarar la filiación y concatenación de las ideas en el corpus teórico. Este tipo de historia nada tiene de común con las hagiografías. Por el contrario, ella satisface el requerimiento que Leibniz esperaba ver satisfecho en el trabajo histórico: "promover el conocimiento del arte del descubrimiento y permitir que el método sea reconocido a través de ejemplos instructivos".

En su comunicación de Helsinki, A. Weil, al retomar esta citación en el contexto del trabajo matemático, señala que precisamente el objetivo

**estratégico** de la creación matemática se encuentra expresamente formulado en esta frase. Y concluye:

"Afortunadamente, el aspecto hacia donde... se orienta de manera prioritaria la atención del historiador matemático es también aquel de mayor interés para todo matemático que quiera mirar más allá de la práctica cotidiana de su oficio" 12.

Este manejo cotidiano de los saberes matemáticos de base (que Weil delimita dentro de la formación básica de posgrado) constituiría la instancia de la **táctica** del trabajo matemático. En relación a la cual la historia aborda su objetivo supremo de revelador de la práctica teórica matemática y a **fortiori** promotor de la creación, satisfaciendo en lo inmediato el objetivo de "desdogmatizar" la formación matemática; de restablecer el cuadro histórico de las teorías matemáticas fundamentales que han sido presentadas en los cursos y textos avanzados en su estado más abstracto y desligadas del saber del pasado. Desde esta óptica, el modelo de material histórico que satisfacía las necesidades de la táctica alrededor de los años 1940 (las notas recopiladas en el volumen (5) concebidas inicialmente por Weil), ha sido reemplazado recientemente por el **Abrégé** 13, al menos en lo que se refiere a la historia de las matemáticas entre 1700 y 1900.

## 2. La historia y la enseñanza de las matemáticas: Planteamiento crítico

### a) La enseñanza de las matemáticas y la historia de las matemáticas

De la tesis anteriormente sustentada, en virtud de la cual la historia de las Matemáticas cumple una eficacia propia en la creación teórica, no

se deriva forzosamente que pueda ser instrumentada en los procesos de la enseñanza. No obstante, la crisis de una enseñanza tradicional y la incapacidad de los responsables de las políticas educativas para resolverla adecuadamente, los ha inclinado a sacar fuera de contexto, sobrevalorándolos, ciertas experiencias exitosas. En la confusión reinante surgen ciertas "fórmulas salvadoras" como la siguiente tesis: La historia de las ciencias tiene un valor pedagógico intrínseco que debe ser puesto al servicio de los proyectos de mejoramiento de la docencia. Inclusive en una primera aproximación se podría estar de acuerdo con esta afirmación si ello no comprometiera una justificación de prácticas y concepciones mistificadoras de los fines de la historia y de la enseñanza, que se encubren bajo formulaciones ideológicas de ciertas "pedagogías modernas". Pero, efectivamente, hay divergencias de fondo con este punto de vista. La más evidente es que no se le puede pedir gratuitamente a una disciplina, que realice su objetivo de revelador de la actividad matemática, en otro dominio del pensamiento bien diferente como es el de las prácticas de la transmisión de saberes y técnicas matemáticas. Es conveniente establecer claramente algunas de las características por las cuales la historia y la enseñanza de las matemáticas son campos conceptuales distintos, para estar entonces en posibilidad de ima-

ginar posibles interacciones de la una con respecto a la otra.

Hemos insistido sobre el hecho que el ideal de trabajo al que tiende(n) la(s) historia(s) de las matemáticas es a dar cuenta lo más fielmente posible del proceso de creación de la idea matemática y que, en cumplimiento de este fin, la(s) historia(s) pone(n) en juego instrumentos de análisis que le(s) son propios. Así ocurre, por ejemplo, cuando se interroga a la historia de una teoría sobre la productividad (teórica) de un teorema en comparación con otros enunciados o sistema de enunciados suyos. O cuando se busca descifrar en un evento histórico concreto en el cual ya se prefiguraba un concepto teórico nuevo, el proceso en virtud del cual empiezan a diferenciarse otras estructuras en el seno de las anteriores. Esta interrogación y este análisis arqueológico no pueden ser meramente "internalistas" como abogan ciertas escuelas (koyreanas) que se afianzan en el mito de la autonomía y de la atemporalidad de las teorías (y para las cuales la concepción epistemológica de las matemáticas sería la de un conjunto axiomatizado de formulaciones hipotético-deductivas en cuya constitución y funcionamiento no interviene para nada una cierta causalidad exterior). Para nuestra concepción del trabajo histórico, el restablecimiento de la constitución de las ideas matemáticas debe comportar un estudio complejo del pro-

ceso integral que las originó. Por consiguiente habrá que dar cuenta de la intervención que, en el campo del pensamiento, ejercieron tanto las condiciones económicas, sociales y culturales de la época, como el estado de desarrollo de las técnicas, las necesidades de otras ciencias (en el caso de las matemáticas: la física y la mecánica) y, muy especialmente, la incidencia que ciertas ideologías filosóficas ejercieron (por oposición o como portadores de cambio) en la emergencia de nuevas nociones. Esta declaración de fe dista mucho de ser una vía recta —una metodología practicable en todo momento con mayor o menor grado de dificultad—, y la investigación histórica debe imaginar su "modus operandi" en cada caso. En la búsqueda de este ideal para el desempeño del trabajo histórico, algunos investigadores han puesto a prueba, con gran talento y recursividad, otros enfoques distintos a los tradicionales de las escuelas "internalistas"—"externalistas". Así, por ej.: Amy Dahan presenta una interesante investigación sobre la formación de la Teoría de Galois en su relación con la contribución algebraica de Cauchy<sup>14</sup>. En una reflexión posterior sobre las distintas opciones metodológicas que se ofrecen a la investigación histórica en matemáticas, A. Dahan expresa el siguiente punto de vista que nos parece ilustra adecuadamente nuestra propia situación frente al problema de método<sup>15</sup>:

"No poseyendo una teoría definida, mi práctica personal reside en un **bricolage** entre estas diversas concepciones. Sin embargo, considero que uno de los peligros principales en la historia de las matemáticas consiste en producir un saber tan cerrado como las mismas matemáticas. Por vocación la historia de las ciencias es destructora, desmitificadora de saberes. (Por otra parte), debe favorecer el paso entre la cultura científica y la cultura humanística tan separadas hoy en día".

Precisamente en este último punto de la citación encontramos una de las expectativas que mayormente han movido a los renovadores de los planes de enseñanza a introducir cursos de historia en los planes de estudio. En la Escuela Americana de Matemáticas uno de los promotores de esta tendencia fue el recientemente fallecido geómetra R. L. Wilder. Sus ideas al respecto se encuentran en un artículo destinado a explicar la función

He observado a menudo que entre los más capaces y calificados graduados de Ph.D se encuentran grandes lagunas de conocimientos sobre la tradición y significación de su trabajo; así como una ignorancia abismal de las razones para practicarla y de la naturaleza general de las matemáticas. En una palabra, son especialistas sin educación. Si se les pregunta por qué son especialistas, la respuesta más obvia que dan es que éste es un medio de obtener resultados que merezcan publicarse y garanticen, de esta manera, un buen empleo”.

Naturalmente Wilder (a más de matemático de ideas fecundas) fue un experimentado teórico de la enseñanza de las matemáticas y consagró una parte fundamental de su obra y de su carrera a investigar sobre los recursos didácticos conducentes a una formación matemática, entendida como un estado intelectual favorable a la creación por parte del alumno. Esto comportaba en Wilder una ruptura previa con la enseñanza tradicional. Aquella que se propone hacer comprender por el estudiante una serie predeterminada de informaciones, que pueda aplicar estos saberes a la solución de problemas prácticos con un grado de destreza más o menos avanzado y, en el caso del futuro profesor, que sea capaz de reproducir el ciclo a las generaciones subsiguientes. En esta concepción pedagógica estrecha no hay margen para que se genere un espíritu creador y se requiere una transformación radical del tipo de relación a establecer con el alumno. Al no reconocer esta realidad

importante que cumple la historia en cuanto a promover una educación de las matemáticas como **cultura** (es decir, como un organismo en permanente evolución interna)<sup>16</sup>. Wilder esperaba de la historia que contribuyese a superar la alarmante **incultura** de la formación matemática a nivel de posgrado y que él describía en su artículo de 1971 en los siguientes términos (p. 482):

ni haberse propuesto esta ruptura, muchos teóricos de las “investigaciones pedagógicas” (entendidas como “mejoramiento” en el marco de la enseñanza tradicional) se han dirigido al exterior de su disciplina a descubrir los recursos que les permitan alcanzar las anheladas “mejorías” o la ambicionada “modernización” de la enseñanza de las ciencias.

Sin embargo, repitémoslo, la atención debe orientarse en primer lugar a los problemas estructurales de la enseñanza. En lo que se refiere a la formación de profesores, aquellos se traducirían en las dos siguientes grandes cuestiones que subyacen generalmente a las reformas en donde hay, en verdad, una voluntad de cambios a fondo:

a) ¿Qué contenido matemático fundamental enseñar al futuro profesor para capacitarlo idóneamente para la enseñanza de las matemáticas generales (a nivel de la licenciatura).

b) ¿Cómo inducir en él una conciencia crítica y renovadora de la relación pedagógica tradicional o, en otras palabras, cómo poner en práctica unas técnicas y métodos didácticos para que los alumnos se aproximen a un ideal de crear por ellos mismos, y a su nivel, las matemáticas.

Se trata, en consecuencia, de problematizar la indolencia de la transmisión dogmática de los saberes matemáticos. En un aspecto puntual, diríamos que un gran avance en este sentido radicaría en adoptar una enseñanza en la cual los saberes no sean simplemente presentados como realidades abstractas que vienen a satisfacer necesidades (inaprehensibles a nivel de los alumnos) del campo teórico. Una enseñanza que induzca en el alumno un "estado de ánimo" propicio a la (re) producción de las condiciones indispensables para la (re) creación de los saberes de base. Que estimule la participación del alumno mediante una estrategia pedagógica elaborada convenientemente y en virtud de la cual éste "descubra" que los nuevos saberes vienen a responder preguntas que él se formule. En este tipo de enseñanza no dogmática, efectivamente la historia de las matemáticas sí puede ofrecer fuentes de inspiración pedagógica y recursos didácticos que habría que explorar en cada caso particular. La historia puede contribuir a despertar el "estado de ánimo" al que nos referimos antes ya que, en tanto revelador de la práctica matemática, **la historia es un medio para tomar conciencia del funcionamiento de la in-**

**vestigación en matemáticas**<sup>17</sup>. Y esta característica suya bien puede ser utilizada en favor de la formación matemática de quienes enseñarán las matemáticas sin jamás proponerse una investigación en matemáticas.

#### b) **Algunas dificultades en la enseñanza mediante los recursos de la historia**

Como se desprende de las anteriores consideraciones nada permite, en principio, una instrumentación cualquiera de la historia en favor del mejoramiento de la enseñanza. Menos aún cuando esta instrumentación tiene como fin, en el más corriente de los casos, "resolver" por la línea del menor esfuerzo los grandes problemas de la enseñanza tradicionalista. Y ello es así, porque la historia no puede economizar el esfuerzo particular que el profesor está llamado a hacer para dominar, en primer lugar, los elementos de base de las matemáticas y, luego, las técnicas y métodos de su enseñanza. Por el contrario, cuando se hace intervenir de cualquier manera la historia en la enseñanza de las matemáticas se obtienen efectos pedagógicos negativos. Veamos algunos entre los más frecuentes.

Se cree particularmente que agregar referencias históricas a los textos de enseñanza podría favorecer la comprensión de los contenidos. Un caso típico de "introducción histórica" al capítulo de derivadas y diferenciales de un manual universitario de cálculo es el siguiente:

"Fué a partir de las necesidades de la mecánica: definición de la velocidad y de la aceleración (Galileo: 1564-1642) y de la geometría de las curvas: problemas de tangentes, máximos y mínimos (Descartes: 1596-1650; Fermat 1601-1665) que, en la segunda mitad del siglo XVII se posibilitó el nacimiento del cálculo diferencial, conduciendo a Newton (1642-1727) y Leibniz (1646-

1716) a fundar la teoría de las derivadas y de los diferenciales, al mismo tiempo que la teoría del cálculo integral. Las notaciones de Leibniz prevalecieron y son las que se emplean actualmente”.

Dejando de lado la noble intención que aquí puede revelarse de ambientar históricamente la fría exposición de algoritmos, definiciones y teoremas, lo cierto es que esta forma de hacer intervenir la historia no genera en absoluto ninguna intención creadora en el alumno. Y si acaso despierta un interés puntual por la historia, será por la vía negativa: el estudiante adquirirá la falsa idea que la historia es una suerte de relación funcional que atribuye a los teoremas y enunciados matemáticos un autor y una fecha. Curiosa manera de “humanizar” la enseñanza de las matemáticas a costa de la simplificación y desnaturalización de la historia que es rebajada así a un protocolo notarial. Desnaturalización y simplificación porque esta historia del cálculo diferencial aparece disociada de la historia del cálculo infinitesimal cuyos orígenes se remontan a las primeras reflexiones de los griegos sobre lo inconmensurable (s. V a. C) y a las aplicaciones del método exhaustivo por Eudoxo y Arquímedes siglos después. La emergencia del cálculo infinitesimal en la segunda mitad del siglo XVII, no puede explicarse haciendo abstracción de la tradición de más de veinte siglos de estudios sobre las cuestiones infinitesimales asociadas a propiedades geométricas de los cuerpos y adaptadas a problemas concretos de la mecánica. Aún más: una historia desmitificadora y destructiva encontrará sus razones para reivindicar, por ejemplo, los procedimientos cinemáticos de Roberval para el cálculo de la tangente a la cicloide, argumentando que ellos fueron transmitidos (vía Barrow) a Newton para coadyuvar al movimien-

to de síntesis del cálculo de fluxiones.

Otro tipo de desfiguración del rol de la historia se presenta en las tentativas de enseñar los contenidos fundamentales siguiendo el orden genealógico de formación de las teorías. Esta “novedad pedagógica” encontraría su inspiración y justificación teórica en lecturas mal digeridas de ciertos estudios de psicología genética. Esta enseñanza por el “método histórico” conlleva varios peligros. Usualmente ocurre que nos encontramos frente a una información bastante precaria para explicar la filiación de las ideas matemáticas. Ante ello no hay más que escoger entre dos opciones:

- a) Limitarse al material disponible, con lo cual se hace una seudo-historia y se presenta una evolución simplificada de las teorías. Se pierde así la dimensión cabal de las perspectivas complejas de evolución de las teorías.
- b) En el peor de los casos se busca inducir informaciones adicionales del material disponible, apelando a una supuesta intuición del profesor más o menos ilustrado en el desarrollo de los momentos capitales de constitución de una teoría determinada.

Si el profesor quiere guardar un sentido de la fidelidad histórica deberá empezar por hacerse a un material documental suficiente. En seguida tendrá que estudiar cómo introducir esta información de forma que no se complique inútilmente la trans-

misión de los saberes matemáticos ni se congestionen todavía más los contenidos regulares. Lo cual comporta una delicada tarea de revisión metodológica puesto que el método histórico no se ajusta a la linealidad, progresión y síntesis como están presentadas las teorías en los manuales y textos. La labor aparecerá mayúscula si tenemos en cuenta que orientamos nuestra metodología tomando como eje una concepción integral de la historia: que no se trata exclusivamente de retrasar la evolución de teorías y problemas de un curso, sino de encuadrarlos en un devenir social. Por todas estas razones que hacen "impracticable" el método histórico para la transmisión de los saberes matemáticos generales, las experiencias curriculares más corrientes optan por **una enseñanza específica** de la historia de las matemáticas a cargo de matemáticos con una probada vocación por la historia o, en el mejor de los casos, por historiadores profesionales de las matemáticas. Finalmente, hay una dificultad adicional para la utilización del método histórico en la enseñanza, por lo menos de las matemáticas fundamentales. Se trata de que al estar la evolución de las matemáticas sometida a un proceso de reacomodo y reestructuración de teorías dentro de un mismo campo, una vez se produce un movimiento de fundamentación se diluyen los rasgos característicos (conceptuales y lingüísticos) de las teorías y sistemas de enunciados del estado anterior. A causa de esta tendencia de las matemáticas a borrar y negar su historia, quien se enfrenta a la tarea de reconstruirla corre el riesgo de hacer una historia recurrente que, predominantemente, proyecta al pasado la configuración teórica de la actualidad matemática. Pero lo que es

una ideología siempre al acecho de la reconstrucción histórica, es consagrada en concepción y método investigativo en ciertos autores. Se practica así una "historia platónica" de las matemáticas que se reduce a buscar en el pasado las formas en las que ya se encontrarían, pre-existent, las modernas estructuras. Nosotros hemos mostrado algunas de las consecuencias y peligros que comporta esta manera de adelantar la encuesta histórica, particularmente en ciertos trabajos históricos de matemáticos del grupo Bourbaki como los de J. Dieudonné<sup>18</sup>. Con todo el rigor e inteligencia de sus análisis internalistas, esta historia no deja de ser terminantemente reductora. Evidente, puesto que su proyecto es subsidiario de una concepción epistemológica de las matemáticas que, simplificando, suele denominarse estructuralista: independientemente de los tropiezos que enfrenta una formación matemática a lo largo de su evolución para **emerger** en su estructura actual, lo cierto es que tal evolución está regida ineluctablemente por un principio de progreso. De ahí la justificación de la "historia platónica" o análisis arqueológico de las modernas estructuras matemáticas.

No obstante, el prestigio y la autoridad de los que se vio rodeado este proyecto histórico-epistemológico a partir de la posguerra, últimamente se ha debilitado al ser cuestionada la concepción epistemológica estructuralista que lo alimenta. Actualmente se observa, tanto en la investigación histórica como en la propia investigación matemática, un movimiento de "retorno a lo concreto" que busca otras salidas al dogmatismo y al asfixiante dominio impuesto a la actividad matemática por el pro-

grama bourbakista. En la propia "escuela francesa" se respiran nuevos aires. Un síntoma muy revelador de esta tendencia es el siguiente pasaje

de un artículo del analista francés Charles Houzel<sup>19</sup>, citado por Amy Dahan en el trabajo al que antes nos hemos referido<sup>20</sup>:

"Mientras que el período precedente había visto la eclosión de grandes y poderosas maquinarias teóricas generales como el álgebra homológica, la algebrización de la topología, la geometría algebraica de Grothendieck (teoría de los esquemas), los diez últimos años se han caracterizado más bien por un retorno a los problemas particulares, más "concretos", retomando a menudo antiguas preocupaciones. Esta tendencia se siente inclusive en la enseñanza superior, en donde la **época de Bourbaki y de las estructuras fundamentales ha llegado a su final** (subrayado por L.C.A.); yo no sabría decir en qué medida está condicionada por la dinámica interna del desarrollo de las matemáticas o por corrientes ideológicas como la degradación del prestigio de "la ciencia" en la opinión pública y los interrogantes de los científicos sobre el estatuto social de su práctica".

### 3. **Alternativas sobre la integración de la historia de las ciencias en la enseñanza**

En los apartes anteriores, a veces mediante formulaciones positivas, otras como conclusiones implícitas a planteamientos críticos, hemos esbozado un punto de vista sobre la naturaleza de la historia de las matemáticas (de las ciencias) y su función tanto con respecto a la actividad matemática (científica) como a la enseñanza. Frente a esta última nuestro interés se ha centrado en develar toda ilusión sobre una función natural de la historia como vehículo renovador de la docencia. Pero, al mismo tiempo, hemos expresado claramente que la intervención de la historia en este dominio puede cumplir un papel muy importante en cuanto a desdogmatizar la enseñanza y tender puentes entre la cultura matemática y la cultura humanística (formación integral). A una sola condición: que los cursos de historia no sean simples agregados en los planes de estudio de matemáticas sino que su participación esté al servicio de los objetivos que, a nuestro juicio, debe cum-

plir la enseñanza y que hemos formulado antes de manera esquemática.

Una vez establecidos los elementos generales y las características de una tal intervención de la historia en el currículum, quedaría por definir el **cómo**. Obviamente ésta es una cuestión a examinar y resolver en consideración a los propósitos específicos del plan de estudio, la organización institucional de la enseñanza y sobre todo, consultando la disponibilidad de recursos humanos y materiales con que se cuente para la enseñanza de la historia. Con respecto a este último punto, las dificultades que se nos ofrecen no deben ser obstáculo para adelantar el proyecto que se haya diseñado consultando la situación concreta de la enseñanza. Siempre será posible poner en práctica experiencias divulgativas, docentes e, incluso, investigativas a un nivel apropiado de competencia, explotando la vocación histórica y epistemológica de algunos de nuestros profesores más calificados y los recursos bibliográficos y documentales disponibles en nuestros centros de edu-

cación superior, bibliotecas y archivos públicos y privados. No solamente ello es posible y necesario, sino que es una forma realista de poner en práctica procesos de institucionalización de la historia de las ciencias y de comprometer de hecho a los administradores del sector educativo para que ofrezcan los recursos y créditos indispensables para garantizar la continuidad y profundización de estas experiencias.

En correspondencia con estas ideas, de lo que se trata ante todo es de examinar experiencias sistemáticas que se estén adelantando en nuestros centros de enseñanza superior dentro del propósito general de institucionalizar la historia de las ciencias (y, particularmente, de las matemáticas) como área académica y como componente de los planes de estudios universitarios en ciencias.

Es lo que nos proponemos en la parte final de este trabajo al hacer un balance del "Seminario de historia de las ciencias" en la Universidad del Valle. Antes nos ha parecido que podría ser muy útil, como marco de referencia, hacer una presentación esquemática de uno de los "modelos" que aparentemente tiene más acogida en lo que se refiere a la enseñanza de historia de las ciencias para estudiantes de ciencias y que se viene desarrollando en algunos institutos de países con mayor tradición en este campo.

**a) Programa para la enseñanza superior de la historia de las ciencias**

Antes de constituirse en cuerpo consistente de estudios disciplinares, los trabajos más significativos en historia de las ciencias eran ade-

lantados por científicos movidos por el afán de explicarse, tanto las condiciones de producción de las teorías en sus respectivas ciencias, como el sistema complejo de inter-influencias a la base de estos procesos. Sin embargo, ya alrededor de los años 30, la historia de las ciencias se fue independizando como actividad específica, aparentemente respondiendo al proceso de extraordinaria diferenciación y especialización del trabajo científico. Al comienzo la institucionalización se canalizó preferencialmente hacia seminarios en centros de investigación. En la primera parte fueron reseñadas ciertas experiencias que dentro de esta modalidad se desarrollaron en Francia y en Alemania. Poco más tarde el proceso se afianzaría notablemente como resultado de la aceptación de la historia de las ciencias en los medios universitarios, en la enseñanza y en la investigación. Actualmente nos encontramos ante una disciplina de gran reconocimiento por la comunidad científica internacional por el interés científico de sus investigaciones desplegadas en un vasto e inagotable dominio de temas. Además de las cuestiones que hacen parte de su "objeto natural" de investigación y que hemos abordado atrás, la historia de las ciencias en su actual estado se relaciona con otros campos del pensamiento:

- a) La epistemología y la filosofía de las ciencias;
- b) La enseñanza de las ciencias;
- c) La historia general, a la que le aporta el conocimiento de la evolución de las ideas científicas, de las técnicas y tecnologías asociadas a una época determinada;
- d) La sociopolítica de las ciencias, puesto que la historia de las

ciencias como la definimos en este documento, permite reconstruir las trazas que dejan los procesos fundamentales de una formación social tanto en las ciencias y en las técnicas como en las instituciones científicas y académicas; pero también porque la historia de los patrimonios científicos y culturales se muestra medio indispensable para el análisis crítico y el diseño de políticas científicas coherentes.

Interviniendo en una gama tan variada de dominios del pensamiento, la historia de las ciencias encuentra legitimada suficientemente su participación en los programas de enseñanza de las ciencias. A tal punto que esta "demanda escolar" (por comparación con la demanda científica, filosófica, social, etc...) es una de las razones más poderosas que explican el por qué de los estudios profesionales y las especializaciones históricas.

Dejando de lado la enseñanza elemental y secundaria y los estudios graduados en áreas sociales, humanísticas y técnicas se encuentran cursos de historia y filosofía de las ciencias desde los comienzos de la enseñanza superior en las principales facultades de ciencias europeas y americanas. Entre la diversidad de modalidades que se vienen experimentando <sup>21</sup>, nos parece que un enfoque como el siguiente, planteado por etapas, podría responder en forma adecuada a la realidad de países sin una tradición de años en este tipo de estudios (obviamente dejando sentado que éste es un modelo de referencia que debe ajustarse a la situación particular de cada plan de estudios):

### **I. Un curso de cultura general en ciencias a nivel de los años bási-**

**cos** de los planes de estudios de estas carreras (biología, química, física y matemáticas). Su contenido podría versar sobre temas tales como:

- a) Visión de conjunto de la evolución de las ciencias y de las técnicas y del pensamiento científico, basándose tal vez en aquellos desarrollos más relevantes (en una época y/o en una ciencia);
- b) Elementos sobre la sociología de las ciencias, ciencias y poder político, papel de las ciencias en el desarrollo socio-económico, la política científica, la organización de la investigación, la difusión y las instituciones científicas;
- c) Exposiciones sobre la relación recurrente ciencias-ideologías filosóficas, desde una perspectiva histórica;
- d) Revisión de los principales problemas de desarrollo que se le plantean actualmente a las distintas disciplinas...

Teniendo en cuenta la naturaleza general de estos cursos de iniciación y el hecho que los estudiantes tienen una formación científica de base común, podría facilitarse una enseñanza tipo "curso magistral" complementada con grupos de discusión por especialidad y lecturas individuales de textos escogidos (los futuros investigadores y/o profesores de ciencias deben frecuentar desde los primeros años obras clásicas en los fundamentos de las ciencias y ejercitar naturalmente este hábito de lectura a lo largo de su carrera profesional). En todo caso, se debe tener en cuenta que el objetivo principal de este primer curso es despertar una reflexión personal en los jóvenes estudiantes sobre la evolución de las cien-

cias y su relación con las sociedades y las culturas. Un enfoque globalizante de este tipo podría probablemente hacer más útiles y atractivos al estudiante los cursos humanísticos y de cultura general de los primeros años. Estos ya no se dictarían en compartimientos estancos, como un fin en sí mismo, sino integrados a los estudios científicos. Se contribuiría a erradicar los prejuicios que llevan al estudiante a asociar la cultura humanística como un obstáculo hacia su formación científica.

Este curso de **cultura general en ciencias** podría complementarse con un segundo semestre en el cual se aborasen temas cuyo objetivo esencial fuese favorecer una reflexión sobre la enseñanza de las ciencias y la historia de las ciencias. En un primer momento se presentarían informaciones generales sobre los procesos cognitivos y la evolución psicológica del niño y del adolescente; una descripción general de la evolución histórica de la escuela y de la enseñanza y la ubicación de algunos problemas que enfrenta la enseñanza de las ciencias (cálculo vs. razonamiento, aprendizaje vs. lectura-escritura, el fracaso escolar, etc.). Posteriormente se abordarían diferentes aspectos de la relación enseñanza e historia de las ciencias. Del estudio de sus implicaciones conceptuales se pasaría rápidamente a examinar tal relación como ella se ha presentado en un determinado campo científico a lo largo de un período histórico. Así, por ejemplo, la historia de las matemáticas a partir de la mitad del siglo XIX permite constatar el papel protagónico desempeñado por la enseñanza y sus instituciones en la profesionalización de la actividad matemática y en el extraordinario enriquecimiento del campo teórico.

**II. Un curso terminal en la historia de una disciplina científica** en cada carrera y que, en principio, estaría reservado a estudiantes que hayan seguido el curso general.

Una vez que el estudiante ha adquirido una formación general en su disciplina científica, está en mejores condiciones para reflexionar sobre problemas relativos a la evolución y fundamentación de algunas de las teorías más elementales. Por ejemplo, en la Universidad del Valle se ha adelantado con buen éxito la experiencia de enseñar un curso de "Historia de los fundamentos del análisis en el siglo XIX" a estudiantes de último semestre de la licenciatura de matemáticas y física en la Facultad de Educación. En una primera parte del curso, de carácter expositivo (6 conferencias), se presentaron:

- a) Algunas de las ideas centrales contenidas en los párrafos iniciales de esta monografía sobre las cuestiones del objeto y el método de la historia de las matemáticas, y
- b) Una revisión de los momentos más significativos en la historia epistemológica del cálculo infinitesimal (los griegos, Spinoza, Leibniz, Bolzano, Dedekind, Cantor), como abreboca a la historia del análisis.

La parte final (6 conferencias) se consagró a dos de las cuestiones principales que históricamente jalnaron el proceso de fundamentación del análisis: la convergencia y la continuidad. Los alumnos habían estudiado previamente cuatro cursos de cálculo infinitesimal y uno de análisis. Por consiguiente, estaban preparados para apreciar en su justa dimensión el aporte de Euler a la teoría de la convergencia de series, los

trabajos de Gauss sobre la teoría de sucesiones, la emergencia de la noción moderna de continuidad a partir de la obra de Cauchy, la contribución de Abel a la convergencia, etc.

Naturalmente la explicación histórica de estas cuestiones requirió frecuentemente un estudio complementario de ciertos problemas matemáticos que no eran conocidos por los alumnos. O presentar un teorema ya conocido en una formulación y dentro de un encadenamiento de enunciados que permitiese reconstruir lo más fielmente el orden histórico. Todo ello nos parece que proyectó un efecto global de esclarecimiento y de comprensión de las ideas de fondo enseñadas previamente en el curso de análisis.

Asistiendo a algunos episodios de este esfuerzo colectivo de los matemáticos del 18 y del 19 para dotar al análisis de fundamentos rigurosos, el alumno necesariamente aprende a valorar (sin mistificaciones ni dogmatismos) las condiciones y exigencias del trabajo matemático.

De acuerdo con el enfoque histórico integral al que nos hemos referido anteriormente, en las conferencias del profesor las explicaciones de los temas históricos fueron seguidas con discusiones sobre la naturaleza y el estatuto de las ideas matemáticas en diferentes momentos.

También se hizo un esfuerzo por referir el entorno social, económico y político, el papel de las instituciones académicas, los problemas de la enseñanza y difusión de las teorías, etc. Tal presentación indujo regularmente la participación de los alumnos quienes hallaron motivos suficientes para opinar (desde su expe-

riencia concreta de profesores de secundaria en ejercicio) sobre innumerables temas, particularmente en lo relativo a ideas corrientes que desfiguraban la realidad de la actividad matemática e inclusive sobre ciertos esquemas y métodos muy en boga sobre el trabajo docente.

Al final del curso, los estudiantes se asociaron en grupos de dos y tres para realizar un trabajo de sistematización de lecturas, según una lista de temas propuestos por el profesor. Independientemente de la calidad bastante heterogénea de los resultados obtenidos —explicable por las limitaciones bibliográficas de que adolecemos en nuestra universidad en el campo de historia y filosofía de las ciencias y por la inexperiencia de los propios alumnos— el balance de esta experiencia es positivo: se tuvo la impresión que los estudiantes se percataron que la consulta bibliográfica en historia de las matemáticas contribuye a su formación permanente y es fuente inagotable de ideas para enriquecer la enseñanza de sus cursos.

III. Los estudios científicos a nivel de maestría se orientan en nuestro medio a preparar futuros investigadores en ciencias básicas y aplicadas y a capacitar recursos humanos para el ejercicio idóneo de la educación universitaria básica. Una enseñanza de la historia de las ciencias como ha sido expuesta en el presente documento, adquiere en este contexto su plena justificación. El logro de los dos objetivos anteriores será un resultado de la combinación en la enseñanza de aspectos técnicos avanzados y de aspectos estructurales, históricos y filosóficos. Así ha sido entendida esta cuestión en diferentes programas de posgrado de los prin-

cipales centros científicos internacionales. En matemáticas concretamente, algunas de las más importantes universidades del Canadá, Estados Unidos y Europa han integrado certificados y créditos en historia como materias electivas y a veces como prerrequisitos para optar los títulos de Magister y Doctorado. Tan solo en Estados Unidos hay más de 30 colegios y universidades que ofrecen estudios graduados en historia de las ciencias y campos vecinos<sup>22</sup>. Y las perspectivas de que este número se amplíe próximamente son muy halagüeñas. De acuerdo con una encuesta reciente dirigida por la Sociedad Americana de Matemáticas a 239 colegios y universidades con estudios avanzados en matemáticas, habría 39 universidades dispuestas a aceptar tesis sobre temas históricos, críticos o expositivos. Entre éstas, 30 se muestran favorables a permitir estas tesis para el título de Ph.D.<sup>23</sup>.

Los contenidos temáticos y las modalidades de la enseñanza de cursos históricos están en función de los objetivos específicos de los planes de estudio y de la tradición y variedad de las investigaciones históricas que alimentan en cada universidad dicha enseñanza. Pero la tendencia es que los cursos en estos niveles tengan una orientación más precisa y den lugar a una mayor participación de los estudiantes, principalmente en lo relativo a la lectura dirigida de textos originales, tanto matemáticos como filosóficos. Entre la variedad de temas que se encuentran en las descripciones de los cursos históricos de los prospectos universitarios<sup>24</sup>, se pueden mencionar al azar los siguientes:

— Desarrollo de las funciones analíticas y la teoría de ecuaciones

diferenciales al final del siglo XVIII y comienzos del XIX.

— Estudio epistemológico e histórico de las nociones de número real, de medida y de continuo.

— Estatuto de los números complejos y las demostraciones del teorema fundamental del álgebra.

— El concepto de función en la introducción al cálculo infinitesimal de Euler, en las lecciones sobre el cálculo de funciones de Lagrange y en el curso de análisis de Cauchy.

— Orígenes del cálculo infinitesimal en los estudios sobre la parábola de Arquímedes y en los trabajos sobre la cicloide en el siglo XVII.

— Historia de los fundamentos del análisis desde d'Alambert hasta la noción de compacidad.

La tendencia a la especialización de los cursos históricos deriva de una doble necesidad: no quedarse en visiones de conjunto forzosamente superficiales y más bien brindar a los alumnos la oportunidad de estudiar detenidamente la evolución histórica de una teoría o de un problema; al mismo tiempo, la especialización y delimitación del contenido busca responder a las grandes dificultades derivadas de la ausencia de fuentes documentales y textos históricos originales (como es el caso en nuestras universidades), o la imposibilidad de explotar un abundante material bibliográfico sobre un tema histórico más o menos extenso (como ocurre en los centros con mayor tradición).

Al introducir el programa esbozado en los puntos I, II y III para la enseñanza universitaria de la historia de las ciencias en los planes de estudios en ciencias, advertimos que su

realización debería ajustarse a los objetivos específicos de los currículos. Agreguemos a las anteriores limitaciones las obligaciones académicas y docentes que conlleva para los historiadores cualquier propuesta curricular que se inscriba dentro de este enfoque. En países como Colombia en donde apenas se abre un proceso de institucionalización de estos estudios disciplinarios, debemos dotarnos de los medios materiales y humanos que nos permitan responder a corto y mediano plazo a las diferentes demandas de enseñanza de la historia de las ciencias. Un asunto esencial es el de la documentación. Es menester redoblar los esfuerzos que se vienen adelantando por dotar a nuestras bibliotecas universitarias de las obras de referencia, de las colecciones, de los materiales bibliográficos nacionales e internacionales que requerimos para la investigación y la enseñanza. Pero también hay que especializar una actividad documental permanente que no solamente dé respuesta oportuna a las necesidades de información en este campo, sino que promueva y oriente convenientemente las consultas bibliográficas. Actividad documental que significa igualmente el establecimiento de relaciones y el intercambio de información con otros centros especializados a nivel nacional e internacional, particularmente en lo atinente a las múltiples experiencias adelantadas en la enseñanza de historia de las ciencias (programas y materiales docentes, memorias y tesis, trabajos de cursos, seminarios, coloquios, congresos, etc.).

En cuanto a los recursos humanos, es aquí en donde se encuentra el **quid** de la cuestión. Una de las mayores prioridades de los estudios históricos en Colombia y Latinoamérica es su profesionalización en dos líneas

de acción: de una parte, propugnando porque aumente el número de jóvenes egresados de nuestras Facultades de ciencias y educación orientados a hacer especializaciones en historia de las ciencias o temas vecinos; de otra parte **imaginando y poniendo en práctica programas académicos que permitan una capacitación a corto plazo de aquellos docentes con formación científica y filosófica que muestren una verdadera vocación por la historia de las ciencias y su enseñanza**. Una de las posibilidades de contribuir a la obtención de este propósito de formación de recursos humanos, bien puede ser la implementación de seminarios interdisciplinarios como se vienen desarrollando en algunas universidades colombianas.

#### b) **Los seminarios de historia de las ciencias como medio para la promoción de los estudios en esta disciplina**

Para concluir esta exposición vamos a presentar un informe sobre la experiencia académica del Seminario de historia de las ciencias en la Universidad del Valle. Esta idea surgió de una serie de reuniones sostenidas, a comienzos de 1981, por profesores de distintas unidades académicas que venían cultivando de tiempo atrás reflexiones personales en temas históricos y filosóficos sobre las ciencias. Uno solo de estos profesores —que hace las veces de coordinador— contaba con estudios profesionales en historia de las ciencias (matemáticas) y realizaba un trabajo investigativo en este dominio (historia de los fundamentos de la topología general). El resto esperaba que el seminario le ofreciera la posibilidad de compartir, en un marco institucional, el estudio colectivo de diversas problemáticas sobre la práctica científica. Desde

cuestiones generales de carácter filosófico, epistemológico y pedagógico (algunos profesores eran responsables de cursos históricos en la carrera de filosofía), hasta el análisis de la formación y evolución de una teoría o de una técnica en un determinado campo de especialización.

Las actividades en una primera etapa se centrarían en el reconocimiento de problemas generales que se le plantean a la historia de las ciencias y de ahí se pasaría, en un proceso natural, a determinar una temática histórica única que permitiera englobar los intereses particulares en un esfuerzo interdisciplinario. El método de trabajo adoptado fue la preparación de ciertos estudios —dentro de un programa diseñado colectivamente por el equipo de 10 profesores al inicio del semestre— bajo el compromiso de presentar los resultados a la comunidad universitaria en un ciclo de conferencias semanales de carácter divulgativo. En 3 semestres el Seminario ha programado unas 30 exposiciones (algunas de ellas repetidas en otras universidades de la región) sobre temas que corresponden al amplio espectro de motivaciones del grupo de profesores que lo conforman:

— 1.

- a) Las condiciones históricas del pensamiento científico.
- b) Sentido y sin-sentido en ciencia y filosofía.
- c) Hitos históricos en el desarrollo de la ciencia.
- d) Objeto del estudio de la historia de las ciencias.

— 2.

- a) La historia y la enseñanza de las matemáticas.

- b) El enfoque histórico en la enseñanza de la física.
- c) Consideraciones sobre la historia de las ciencias y la enseñanza.

— 3.

- a) Las investigaciones histórico-epistemológicas de G. Canguilhem sobre la noción de reflejo.
- b) Sobre la historia de la noción de instinto en biología.
- c) El método científico en biología: análisis de textos históricos.
- d) Sobre las ideas matemáticas en biología; el caso de la ontogenia y la filogenia.
- e) La formación del concepto de infinito matemático.
- f) Bosquejo de la historia de la termodinámica.
- g) La dinámica: historia real e historia imaginaria.
- h) Historia de la mecánica cuántica: Niels Bohr y el principio de complementariedad.
- i) Contribuciones científicas en Colombia dentro del campo de la geología y la minería.
- j) Conmemoración del aniversario de C. Darwin: su viaje en América.
- k) Estudio histórico sobre la evolución de las ciencias y las apropiaciones tecnológicas en la agricultura.

De la observación de estos títulos se constata que uno de los logros de este seminario es haberse constituido en un espacio de confluencia de diferentes disciplinas y corrientes intelectuales de la Universidad del Valle. El acceso no se ha limitado solamente a profesores de formación científica y filosófica. También han ve-

nido participando estudiantes y profesores con un interés definido por diferentes aspectos de la actividad científica. Ello se estimula mediante distintos procedimientos. Aquellos profesores que participan en los ciclos de conferencias, tienen derecho a un certificado de asistencia que es reconocido para los efectos de su ascenso en la carrera profesoral. El seminario se propone, en primer lugar, integrar a sus actividades a estudiantes de las carreras de ciencias y filosofía. Estos se pueden matricular en alguno de los ciclos de conferencias y luego preparar un examen —bajo la orientación de uno de los profesores miembros del seminario— sobre un tema histórico de su plan de formación de pregrado que le será reconocido como “materia electiva”. De esta manera se busca ofrecer la posibilidad a estudiantes que tengan motivación por este tipo de estudios, de profundizar su vocación y de iniciarse en los modernos métodos de análisis histórico-epistemológico. Recientemente la facultad de ciencias les ha permitido a los estudiantes que así lo deseen la opción de preparar monografías de grado, en temas históricos, en las carreras de física y biología. Es decir que, de hecho, el seminario cumple una función específica en la enseñanza de ciencias: aquella que más se corresponde con el proceso de **institucionalización** de la disciplina en la Universidad del Valle y con el grado de **profesionalización** alcanzado hasta el momento por el equipo de profesores que lo conforman. Sin lugar a dudas en el próximo período asistiremos a una participación más diversificada del seminario en actividades docentes en su campo, como aquellas que se han avanzado en los parágrafos anteriores.

Precisamente con esta perspectiva por delante, en el último semestre el colectivo del seminario decidió poner en práctica una modalidad de trabajo más integrado que permitiese hacer una experiencia de reflexión histórica crítica a la luz de un enfoque interdisciplinario. En la etapa precedente los trabajos del seminario habían girado alrededor de tres tipos de preocupaciones:

- a) Sistematizaciones bibliográficas en alguna historia regional;
- b) Reconocimiento y manejo de métodos de análisis histórico con el fin de
- c) Producir elaboraciones teóricas en algunos dominios de la especialidad de los miembros del seminario. A su vez, los estudios propiamente históricos adelantados se pueden clasificar en los siguientes géneros:
  - a) Sobre la génesis y producción de ciertas teorías o problemas;
  - b) Sobre la evolución histórica de ciertos saberes y su apropiación tecnológica (la producción científica como institución social);
  - c) Sobre la difusión de algunas teorías en el tiempo.

Solamente en forma incidental, aunque con un nivel de competencia apreciable, el seminario ha conducido estudios sobre nuestro propio patrimonio cultural y científico y sobre la evolución de nuestras propias escuelas de conocimiento. Pero ello revela un interés real por esta línea de estudios que podrá ser acometida con mayor dedicación en la medida que se consolide el proceso actual de autoformación del equipo.

\* La opción de la interdisciplinariedad en el trabajo histórico respon-

dió, pues, a la necesidad de fundamentar la experiencia antes señalada y prepararse, en tanto que colectivo de profesores para asumir responsabilidades académicas en esta nueva área de estudios en el mediano y corto plazo. Esta modalidad integral se ha propuesto esperando alcanzar, entre otros, los siguientes resultados:

- a) Una primera experiencia de reflexión histórico-epistemológica interdisciplinaria compartida por el equipo;
- b) La identificación y confrontación, en la restitución de varias teorías científicas, de regularidades evolutivas mediante pautas metodológicas pre-establecidas;
- c) Una aproximación al "hecho histórico" por la periferia de sus múltiples determinaciones, yendo más allá de la restitución interna (del hecho en sí).

Por diferentes consideraciones (experiencia limitada en la interdisciplinaria histórica vs. complejidad del objeto de estudio), escogimos el período histórico que ha sido denominado como "Revolución Científica del Siglo XVII" que da lugar a la ciencia moderna. Posteriormente elaboramos algunas hipótesis provisionales y establecimos ciertas pautas comunes para referir cada uno de los estudios regionales, al mismo tiempo que para "cruzarlos" y producir el "efecto de interdisciplinaria". Los títulos de las conferencias divulgativas en las que se espera presentar los resultados de esta experiencia son los siguientes:

- a) Marco histórico general de la revolución científica del s. XVII.

- b) Las cuestiones de método en el pensamiento científico del s. XVII.
- c) Génesis del cálculo infinitesimal.
- d) Nacimiento de la mecánica.
- e) Creación de la óptica matemática.
- f) Estado de la química en el s. XVII.
- g) Nacimiento de la geología.
- h) La sistemática zoológica en el s. XVII.
- i) La pedagogía y las ciencias en el s. XVII.

Faltando todavía un balance detenido de esta experiencia que dé cuenta de las limitaciones y de los logros alcanzados, por lo pronto puede constatarse la aceptación y disponibilidad de los miembros del grupo del seminario por poner en práctica un trabajo histórico de esta naturaleza, no obstante las exigencias y dificultades que presupone. Ello está respaldado por la convicción de que al final de esta confrontación de métodos y enfoques históricos en un período bien delimitado, el equipo habrá avanzado sustancialmente en el proceso de autoformación y, en consecuencia, estará en mejores condiciones para responder a las crecientes demandas que la enseñanza universitaria plantea a la historia de las ciencias en el momento presente. Una que juega un rol fundamental en nuestro caso tanto como el diseño de cursos específicos es la preparación de materiales para esta enseñanza (recopilación de textos históricos, estudios bibliográficos, traducción de documentos originales, estudios críticos de carácter colectivo, etc.).

## NOTAS

1. ARBOLEDA, L.C., Notas sobre el objeto y el método de la historia de las ciencias en **Revista Universidad del Valle**, N° 3-4, 1977, 99-122.

2. SIEGEL, C.L., History of the Mathematical Seminar in Frankfurt **The Math. Intelligencer**, 1, 4, 1979, 223-230.

3. EDWARDS, H.M., Read the Masters!, IN: **Mathematics Tomorrow**, Springer-Verlag, New York, 1981.

4. WEIL, A., **Oeuvres Scientifiques**, Springer-Verlag, New York, 1980, (2ª ed.). Además de los artículos históricos y divulgativos, ver algunos de los comentarios autobiográficos al final de los volúmenes. Ver también la reproducción de las anteriores citas en el artículo de Edwards.

5. BOURBAKI, N., **Eléments d'histoire des mathématiques**, Hermann, París, 1969. La versión al castellano de Alianza Editorial (Madrid, 1972) deja mucho que desear: la edición es incompleta y la traducción tergiversa el original en varios apartes.

6. Loc. cit., vol. 3, pp. 460-461.

7. WEIL, A., History of Mathematics: Why and How. IN: **Oeuvres...**, (vol. 3), pp. 434-442.

8. Nuevamente dejamos de lado reflexiones muy importantes a las que da lugar esta problemática; damos por sobreentendidos los argumentos de carácter general sobre la diferencia de objeto y método entre la historia de una ciencia y su ciencia; así mismo, hablar de la "cientificidad" de la historia no significa que la historia de las ciencias sea una ciencia de cuerpo entero.

9. Incluso habría que tomar sus distancias ante las consideraciones metafísicas o exclusivamente operatorias del infinito que no consulten —en esa misma problemática filosófica— la revolución que con-

llevó la ruptura del cálculo infinitesimal y que dio lugar a un concepto filosófico plenamente elaborado de infinito en Spinoza.

10. Véase por ejemplo: DIEUDONNE, J., Les grandes lignes de l'évolution des mathématiques, **Cahiers Fundamenta Scientiae**, Université Louis Pasteur, Strasbourg, N° 94, 1980.

También es interesante a este respecto el artículo de DESANTI, J.T., Fondements des Mathématiques. IN: **Encyclopédie Universalis**, 8-619c, París, 1980.

11. Se trata de un manuscrito inédito de Fréchet que se encuentra en los archivos de la Academia de Ciencias de París; como el resto de los papeles científicos del matemático francés, los manuscritos han sido clasificados y analizados parcialmente en algunas de mis publicaciones.

12. Loc. cit.; ver referencia.

13. DIEUDONNE, J., et. al., **Abrégé d'histoire des mathématiques, 1700-1900** (Hermann, París, 1978).

El **Abrégé** es una obra colectiva dirigida por Dieudonné. El primer volumen está consagrado a la historia del álgebra, del análisis clásico y de la teoría de números. El segundo, al análisis funcional, a la geometría diferencial, la topología, las probabilidades y la lógica.

14. DAHAN, A., **Les recherches algébriques de Cauchy** (These de 3eme cycle, Université París XIII, 1979).

15. DAHAN, A., Réflexions sur des problèmes méthodologiques en histoire des mathématiques. IN: **Actes du Colloque Histoire et Enseignement des Mathématiques**, (Pacy sur Eure, 5 et 6 Juin 1981); pp. 3-15.

16. WILDER, R.L., History in the mathematics curriculum: its status, quality and function, (**Amer. Math. Monthly**, 79 [1972], 479-495).

17. HOUZEL, Ch., Histoire des Mathématiques et Enseignement des Mathématiques. IN: **Histoire et Enseignement des Mathématiques** (Université de Poitiers, 17 et 18 Juin 1977); 25-32.

18. ARBOLEDA, L.C., Consideraciones metodológicas sobre el aporte de Maurice Fréchet a los comienzos de la Topología General (**Lecturas Matemáticas**, 3 (1982), pp. 69-79).

19. HOUZEL, Ch., La Recherche Mathématique des dix dernières années (**Prépublications mathématiques de Paris-Nord**, París, 1979).

20. Loc. cit., p. 13.

21. DHOMBRES, J., (ed.), **Actes du Colloque "Enseignement de l'histoire des sciences aux scientifiques"** (Université de Nantes, 9-10-11 Octubre 1980). Ver, a este respecto, sobre todo los informes a la Mesa Redonda. "Enseñanza en el extranjero

de la historia de las ciencias a los científicos".

22. Para una descripción general de la situación en USA, consultar el siguiente trabajo del Presidente de la Unión Internacional de Historia y Filosofía de las Ciencias: HIEBERT (E.N.), Report on Current Activities in the History of Science in the United States (**NTM-Schriften. Gesch. Naturwiss, Technik, Med. Leipzig** 19 (1982) I, pp. 12-15).

23. Ver a este respecto la **Special issue of Notices of the A.M.S.**, 29 (1982), pp. 721-808.

24. En el caso de un solo país, Francia, existe una recopilación sumamente útil: ROSMORDUC (J.), L'histoire et la philosophie des sciences et des techniques en France. Chercheurs et enseignements. Annuaire 1979-1980 (**Cahiers d'histoire et de Philosophie des Sciences**, CNRS, París, 1980).

## BIBLIOGRAFIA

1. ARBOLEDA (L.C.), Notas sobre el objeto y el método de la historia de las ciencias (**Revista Universidad del Valle**, N° 3-4 (1977), 99-122).

2. ARBOLEDA (L.C.), Consideraciones metodológicas sobre el aporte de Maurice Fréchet a los comienzos de la Topología General (**Lecturas Matemáticas**, 3 (1982), pp. 69-79).

3. BOURBAKI (N.), **Eléments d'histoire des mathématiques** (Hermann, París, 1969). La versión al castellano de Alianza Editorial (Madrid, 1972) deja mucho que desear: la edición es incompleta y la traducción tergiversa el original en varios apartes.

4. DAHAN (A.), **Les recherches algébriques de Cauchy** (These de 3eme cycle, Université París XIII, 1979).

5. DAHAN (A.), Réflexions sur des problèmes méthodologiques en histoire des mathématiques, IN: **Actes du Colloque Histoire et Enseignement des Mathématiques**. (Pacy sur Eure, 5 et 6 Juin 1981); pp. 3-15.

6. DHOMBRES (J.), (ed.), **Actes du Colloque "Enseignement de l'histoire des sciences aux scientifiques"** (Université de Nantes, 9-10-11 Octubre 1980).

7. DESANTI (J.T.), Fondements des Mathématiques. IN: **Encyclopédie Universalis**, 3-619c, París, 1980.

8. DIEUDONNE (J.), Les grandes lignes de l'évolution des mathématiques (**Cahiers Fundamenta Scientiae**, Université Louis Pasteur, Strasbourg, N° 94 (1980).).

9. DIEUDONNE (J.), et al., **Abrégé d'histoire des mathématiques, 1700-1900** (Hermann, Paris, 1978).
10. EDWARDS (H.M.), Read the Masters!, IN: **Mathematics Tomorrow** (Springer-Verlag, New York, 1981).
11. HIEBERT (E.N.), Report on Current Activities in the History of Science in the United States (**NTM-Schriftenr. Gesch. Naturwiss, Technik, Med. Leipzig** 19 (1982), pp. 12-15).
12. HOUZEL (Ch.), Histoire des Mathématiques et Enseignement des Mathématiques. IN: **Histoire et Enseignement des Mathématiques** (Université de Poitiers, 17 et 18 Juin (1977); 25-32).
13. HOUZEL (Ch.), La Recherche Mathématiques des dix dernières années (**Prépublications mathématiques de Paris-Nord**, 1979).
14. ROSMORDUC (H.), L'histoire et la philosophie des sciences et des techniques en France. Chercheurs et enseignements. Annuaire 1979-1980 (**Cahiers d'histoire et de Philosophie des Sciences**, CNRS, Paris, 1980).
15. SIEGEL (C.L.), History of the Mathematical Seminar in Frankfurt (**The Math. Intelligencer**, 1, 4 (1979), 223-230).
16. **Special Issue of Notices of the A.M.S.**, 29 (1982), pp. 721-808.
17. WEIL (A.), **Oeuvres Scientifiques** (3 vols.) (Springer Verlag, New York, 1980) (2<sup>e</sup> ed.).
18. WILDER (R.L.), History in the mathematics curriculum: its status, quality and Function. (**Amer. Math. Monthly**, 79 (1972), 479-495).