Boletín de Matemáticas
Vol. XI (1977), págs. 243 - 266

HISTORIA DE LA MATEMATICA

LA HISTORIA SOCIAL DE LAS MATEMATICAS (*)

por

Alberto Gonzalez

"El caso de las matemáticas es de los que obligan a tomar partido".

L.G.des Lauriers

1. Introducción.

Existen diversos puntos de vista cuando se trata de dar cuenta de la historia de una ciencia. Hay quienes conciben la historia de las ciencias como una larga cadena de descubrimientos cuyo nexo sería sólo una clara pero sospechosa "ley de la casualidad" de gran sabor teleológico; hay también quienes confunden la historia con la crónica histórica, y la

(*) Conferencia presentada por el autor en el V Coloquio Colombiano de Matemáticas, Medellín 1975.

N.del E.

historia de las ciencias con la historia de los científicos. Esta última concepción es la más grata a la mayoría de los historiadores de la matemática y es fácil darse cuenta de la razón de dicha tendencia: debido a sus mismas maneras de proceder, la ciencia matemática al crear una serie de entes y nociones que se enlazan en un gran encadenamiento lógico de proposiciones cuyo fin es el de configurar una teoría matemática, es corriente no ver en las matemáticas más que un indefinido despliegue de especulaciones construídas sobre la base de conveniencias totalmente arbitrarias. Esta representación se ve reforzada al comprobar que el alejamiento de la realidad concreta no impide al matemático producir una obra válida y a veces hasta fecunda en aplicaciones de índole práctica, aunque él mismo afirme su desinterés por dichas consecuencias. Por esta vía se puede llegar así a las conocidas posiciones idealistas en el terreno de la historia de la matemática cuyo lógico corolario es la afirmación según la cual el motor del desarrollo de la historia serían los "hombres de genio". Pero las cosas son muy distintas; no se puede emitir ningún juicio válido sobre el desarrollo de las matemáticas aislando arbitrariamente este acaecer de su contexto, de su medio ambiente. Realmente es nuestro propósito en este breve y necesariamente parcial esbozo, aunque sea a grandes rasgos, mostrar de que manera se han dado las interacciones entre el desarrollo social y el de las matemáticas y ver hasta qué punto aquellos desarrollos han hecho posible dicha ciencia tal como la conocemos hoy.

2. El pensamiento matemático primitivo.

Si en algunas épocas ha existido una cierta independencia relativa entre el desarrollo de la matemática y las condiciones de vida sobre las cuales se erige aquella, se puede afirmar con certeza que en ningún momento como en sus comienzos, las matemáticas han sido tan directamente tributarias de dichas condiciones. En las llamadas "sociedades primitivas" (que por otra parte son tan "primitivas" como las nuestras) la aritmética conlleva un transparente sentido antropomórfico, mientras que la Geometría prácticamente no existe. La Etnografía nos pone en claro dicho fenómeno: los hombres en dichas sociedades necesitan contar objetos tales como piezas de caza, etc., y es precisamente por sus modos de subsistencia (por lo general caza y recolección -nomadismo-) por lo que la geometría no tiene sentido ya que no hay nada que medir. Respecto a la aritmética hay que decir que el concepto de número es el de correspondencia y que el número cardinal se capta a través del ordinal. Por lo común para llegar al número cardinal de un conjunto de objetos se hace corresponder cada uno de estos objetos con un elemento de un conjunto previamente ordenado (casi siempre las distintas partes del cuerpo humano: los dedos de las manos, los pies, la muñeca, el codo, la axila etc.) y al coincidir el último término de este conjunto ordenado con la totalidad de los objetos del primer conjunto, el número ordinal se identifica con el cardinal de dicho conjunto. Es lógico pues, que aparezcan los primeros sistemas de numeración en base cinco (cinco son los dedos de una mano) diez (diez dedos de las manos) o veinte como en los chibchas (veinte es el número total de dedos en el cuerpo humano). Paralelamente a esta aritmética rudimentaria que serviría para contar los objetos, se dan otros desarrollos no menos interesantes. Es un hecho que las más rudimentarias de las economías agrícolas necesita informes numéricos acerca de las estaciones; esto implica la resolución de problemas ligados al establecimiento de calendarios. Es sabido cuán estudiadas han sido las cuestiones de cronología y astronomía en las más tempranas civilizaciones. Con el afianzamiento de las sociedades de clase estas técnicas se irán a completar y la matemática deberá de dar respuesta a nuevos problemas.

3. La remota antiguedad.

La aparición de la geometría y de ciertas técnicas aritméticas que sobrepasan el nivel ya descrito, están íntimamente ligadas al medio social que plantean las primeras sociedades clasistas. Fué en el seno de sociedades fuertemente jerarquizadas, como era el caso de la Egipcia, en la cual, por las necesidades técnicas que planteaban las constantes reconstituciones de los límites de los territorios borrados periódicamente por el limo de las inundaciones del Nilo aparece la geometría. Sin embargo aunque esta explicación "inmediata" es justa, el verdadero orígen de la geometría hay que ubicarlo en el contexto social de un cierto modo de producción en el cual unos miembros se eximen del trabajo material a través de la explotación económica que ejercen sobre el resto de la población. Es notable a este respecto la reflexión de Aristóteles sobre este hecho; en efecto dice el pensador griego:

> "Por lo cual, además, una vez definida ya la directriz propia de cada una de todas estas artes, aquellas ciencias que no van encaminadas ni a los placeres de la vida ni a atender sus necesidades, vieron entonces la luz primera precisamente en aquellos lugares en que los hombres podían dedicarse al ocio. Así ocurrió con las matemáticas nacidas de Egipto, porque en aquel país, las castas sacerdotales estaban libres de todo trabajo"
>
> Metafísica (A 1, 981 623).

Ahora bien, considerando cuáles fueron los primeros usos de la matemática, vemos que estos son similares a los de la escritura, y estos usos fueron en primer lugar los del poder constituído: inventa rios, censos, cálculos de impuestos, mediciones de terrenos,etc.; en otras palabras la matemática aparece como manifestación de poder de unos hombres sobre otros. Las técnicas matemáticas reciben así su primer desarrollo importante, y pronto pasa a un grado de complejidad tal; que sólo acceden a su conocimiento los especialistas; las clases dirigentes se incorporan a estos especialistas que forman así una casta privilegiada dentro del aparato de estado. Las matemáticas toman entonces un carácter esotérico, y así tenemos que los hombres que detentan los secretos de las "cosas ocultas" según la expresión del escriba del papiro de Rhind, disponen de un monopolio que acrecienta aún más su poder. Entre los hechos matemáticos que constituían la base del saber científico de los antiguos egipcios hay que mencionar primeramente la gran destreza desarrollada para el cálculo de las fracciones, luego el conocimiento del volumen del tronco de pirámide de base cuadrada, el área de la semiesfera la resolución de ecuaciones de primer grado y una buena aproximación de π : 3,16. Los babilonios por su parte desarrollan una aritmética con métodos a veces bastante elegantes, se dan soluciones enteras para ciertas ecuaciones de primer y segundo grado, construyen un funcional sistema de numeración de base sexagesimal que lo combinan con el de base decimal, (utilizado sobre todo en los cómputos astronómicos) y hasta intentan la introducción de un primer simbolismo para las operaciones aritméticas. Es de observar a este respecto que tanto egipcios como babilonios utilizan hechos matemáticos, empleándolos a la manera de formulario de resultados o si se quiere como un recetario, y aúnque en sus escritos no se advierte nada parecido a una "demostración", por lo menos un mínimo de teoría y de ideas generales debía presidir la elaboración de los cálculos, que en ocasiones alcanzan tantas complicaciones que imposibilitan de por sí el uso de tanteos empíricos para hallar los resultados.

4. <u>Los griegos</u>.

A pesar de que se hubiera alcanzado cierto nivel matemático aceptable en el antiguo Egipto, no hay allí todavía una concepción científica o ideal científico. Es en Grecia donde este ideal aparece de una manera clara, marcando así un punto de ruptura con respecto a todos los desarrollos anteriores, y si bien es cierto que Grecia recibe la influencia de la matemática oriental (recordemos que Pitágoras, Platón, Tales y otros viajan a oriente) esta influencia no puede explicar los rasgos específicos y fundamentales de la matemática griega. Entre la técnica utilitaria del cálculo, que fué sin duda transmitida a los griegos y la concepción científica que produjeron existe una ruptura, un vacío que hay que llenar. La originalidad de los griegos estriba en que pudieron atravesar las fronteras de la técnica de los calculistas orientales hacia concepciones científicas más amplias, dando lugar al surgimiento de conceptos novedosos como los de "demostración, "análisis" y "generalización".

Pero antes de describir los rasgos peculiares de la matemática en Grecia, veamos brevemente los condicionamientos sociales en los cuales surge esta nueva concepción. Bien es sabido que la sociedad griega era una sociedad esclavista coronada por una capa aristocrática de ciudadanos libres. Una sociedad basada en el trabajo de los esclavos, fáciles de obtener y cuyo rendimiento no importaba mejorar por medio de perfeccionamientos técnicos en los instrumentos de trabajo, sino por el acrecentamiento numérico de la mano de obra, imponía como es natural un tipo especial de representaciones de la realidad en el seno de clase dominante. Precisamente, esta estructura social imprime un caracter de gran originalidad a las matemáticas griegas señalado en el hecho de concebir las nociones matemáticas como puramente abstractas (teóricas) y enfatizando el desdén por las aplicaciones de índole práctica. Parece ser que en el seno de la escuela pitagórica es en donde por vez primera se indaga acerca de las nociones de "número" y " figura". El número natural es concebido como un ente mental, como una "idea". En cuanto a las figuras, Platón, Aristóteles y otros, insisten en la naturaleza puramente racional de la noción, apareciendo en consecuencia el concepto de "constructibilidad" en la Geometría. (es de notar entre otras cosas, que "Geometría" es un término contra el cual Platón se yergue con fuerza por las alusiones empíricas que conlleva). Es entonces apenas lógico que en base a este modo de concebir la matemática se desarrollase en el seno de ella misma, un interés creciente por los métodos lógicos de exposición. Es así como aparece otro de los rasgos característicos de la nueva matemática: a partir de los griegos en matemática no hay enunciado verdadero que no conlleve su demostración lógica. La confianza en la potencia del razonamiento puro para la verdad lleva a los griegos a realizar formidables desarrollos en el campo de la Lógica y que son aplicados con éxito en la matemática. Recordemos aquí solamente que es en Grecia en donde se construye el primer sistema axiomático coherente que conocemos: la geometría euclídea, empleando en ella toda una gama de recursos lógicos como lo son los diversos métodos de demostración (hipótesis auxiliares, silogismo, reducción al absurdo, tercero excluído etc.) y que han conservado su vigencia a través de los desarrollos ulteriores de esta ciencia.

Sin embargo por notables que hubieran sido estos logros, la base sobre los que fueron erigidos encerraba el gérmen de la destrucción de esa misma matemática. En efecto: los incomparables éxitos de la Geometría afianzaron aún más a los griegos en sus puntos de vista; vemos como restringen deliberadamente su campo de operaciones limitándose a estudiar en Geometría los problemas susceptibles de ser resueltos por la regla y el compás, y si a ésto agregamos su preconización de la excelencia del número entero con menosprecio de las cantidades irracionales, y la exclusión de los métodos aproximados en el tratamiento de sus problemas matemáticos que les impide al final de cuentas abordar los problemas del contínuo, tenemos claras las razones de la esterilidad de la matemática griega en su momento final.

Solamente Arquímedes con la utilización de las "pruebas" (aunque no demostraciones) por exhaución en sus escritos de mecánica y Geometría y Diofanto con su intento de la creación de un álgebra (aunque no simbólica) parecen escapar de la esclerosis que invade el pensamiento matemático griego en la época Alejandrina. No obstante hay que pensar también que estos matemáticos están inscritos en un medio social del todo diferente. Siracusa p.e. es una colonia romana con un gran comercio marítimo en la cual se desarrolla una preocupación creciente por las aplicaciones de la ciencia a la defensa de la ciudad y otros asuntos prácticos.

Como conclusión diremos que la matemática griega debe mucho al ideal de belleza y armonía de ese genio que se nutre de la contemplación, propugnando por el cultivo de la teoría desinteresada; pero también le debe ese gusto por los métodos de exposición artificiosas, la desconfianza a los métodos de investigación no finitistas, que a la postre le impidió lanzarse por los oscuros caminos que se abrían ante ella. Pero a pesar de todo esto, después de los griegos la ciencia matemática debía esperar varios siglos antes de alcanzar un similar desarrollo.

5. Los Romanos -el Medioevo- el Renacimiento.

La decadencia en el campo de las matemáticas empieza con el surgimiento de una de las mayores civilizaciones que el mundo ha conocido; el imperio romano.

El carácter practicista de las clases dominantes romanas preocupadas por un lado de acrecentar el poder político mediante el sojuzgamiento de otros pueblos con miras a la consecución de abundante fuerza de trabajo esclava y por otra parte el pensamiento jurídico y social que origina el Derecho destinado a "organizar" la ciudad, da por resultado que se considere el conocimiento por el sólo provecho que pueda sacarse de él.

En el campo matemático, los romanos prácticamente no crearon nada digno de ser recordado. Aparte de los engorrosos números romanos que sólo benévolamente se les puede llamar creación matemática, no sirviendo hoy más que para inscripciones de monumentos, los romanos se limitan a tomar de los griegos lo poco que necesitaban para la guerra, el levantamiento de planos y la ingeniería.

En la Europa medioeval hay que considerar que su punto de partida en materia científica fué la esterilidad del pensamiento romano incapaz de asimilar los saberes alejandrinos. No obstante este hecho hay que saber que el mismo modo de producción feudal no necesitaba de la ciencia para su mantenimiento y desarrollo. En efecto la apropiación de plustrabajo se hacia a través de la coacción económica combinada con una necesaria coacción extraeconómica (tributos, impuestos en especie, diezmos, etc.). La acumulación privada en una economía en la cual los intercambios monetarios eran mínimos hace innecesaria la especulación científica profunda, y aunque no faltan los nombres ya consagrados de Isidoro de Sevilla, Boecio, Adelardo, el venerable Beda, etc. como representantes del pensamiento matemático medieval, el nivel de esta ciencia hacia el siglo XI es bajísimo: sólo se escriben textos elementales y se realizan traducciones parciales de Euclides. Tal vez ha sido E.T. Bell quien de manera más clara ha expresado el rasgo fundamental de las matemáticas en este período cuando afirma: " Una lamentable lista de homúnculos matemáticos cuyas santas vidas y ausencia de obras constituyen la historia oficial de la Europa cristiana de la Edad Media".

Sin embargo con los primero resquebrajamientos del sistema feudal va apareciendo una clase de mercaderes que se emancipan de los señores feudales y que acrecienta día a día su influjo económico a través del comercio. El desarrollo de las ferias y mercados en las ciudades comerciales de la Alta Edad Media plantea numerosos problemas técnicos, especialmente los relacionados con las operaciones de cambio y de crédito y también con el mejoramiento de las rutas comerciales terrestres. En las ciudades italianas sobre el Mediterráneo y en las de la liga Hanseática cuyo comercio era fundamentalmente marítimo recibían un continuado impulso: las técnicas relativas a la navegación. A comienzos del siglo XV un príncipe portugués: Enrique el Navegante crea una escuela de navegación y son las tablas astronómicas confeccionadas por sabios judíos que utilizan el sistema de Ptolomeo las que hacen posible la navegación transoceánica. Se plantea el problema de la posición en alta mar, problema que no puede resolverse satisfactoriamente más que por un desarrollo de conocimientos matemáticos que conllevan necesariamente a la creación de la mecánica celeste.

El Renacimiento marca una época de transición en lo que respecta al desarrollo del pensamiento matemático. El auge del poder políticomilitar de los árabes deja su huella al sintetizar los conocimientos de los sabios griegos y los calculadores hindúes, transmitiendo dichos resultados a Europa. Su aporte más notable lo constituye el haber sido los iniciadores de el Algebra (de Algabr: restauración o transposición de términos) que consideraban como "un aporte científico cuyo objeto es el número absoluto y las magnitudes mensurables desconocidas, pero relacionadas con algo conocido de modo que se puedan encontrar".

Desde el punto de vista social hay que enmarcar estos hechos en una época de profundas transformaciones históricas: La monarquía apoyandose en la burguesía urbana quiebra definitivamente el poder de la nobleza feudal y funda los grandes reinos basados en la idea de nacionalidad. Los nuevos condicionamientos sociales y políticos hacen desarrollar con vigor las técnicas guerreras, así p.e. la balística que empieza a desarrolarse en Italia con los estudios de Galileo va a recibir un decisivo impulso en el siglo XVII con la aplicación de la Geometría Analítica y la utilización del concepto de función.

Hacia el siglo XVI el álgebra sincopada de los árabes pasa a ser un álgebra simbólica (Francois Viète) permitiendo así una mayor precisión en el tratamiento de los problemas matemáticos y un gran ahorro de pensamiento. Para completar el cuadro en el renacimiento hay que agregar que las técnicas de navegación hacen completar la trigonometría tal como la conocemos hoy.

6. La época clásica (Siglo XVII).

El siglo XVII que ha sido llamado el "siglo de las grandes síntesis", debido al hecho de que son de naturaleza sintética dos descubrimientos de capital importancia que tienen lugar en este siglo y que marcan el inicio de la matemática moderna.

El tratamiento algebraico de la geometría (Geometría Analítica) y el cálculo sólo fueron posibles porque los matemáticos no buscaban aplicaciones inmediatas sino que seguían la dialéctica interna de la propia matemática. Son síntesis grandiosas ya que establecen nuevas relaciones entre campos antes separados: entre el álgebra y la geometría, entre el problema de la tangente y la rectificación de una curva, entre el finito y lo infinito.

El hecho de que se desarrollen las matemáticas de manera autónoma a partir del siglo XVII no quiere decir que de ninguna manera se pierda la conexión entre esta ciencia y las condiciones histórico sociales que en última instancia enmarcan su desarrollo. Lo que sucede es que a partir del capitalismo se vuelven más complejas las relaciones entre las diferentes instancias de una determinada formación social, y no son ya las correspondencias naturales entre medio social y procesos teóricos las que gobiernan la evolución de estos últimos.

Así por ejemplo en el siglo XVII las matemáticas a los ojos de los grandes matemáticos desde Descartes hasta Leibniz constituían la clave para la mecánica y ésta la clave para el entendimiento de la naturaleza. La matemática no sólo es el modelo de toda ciencia sino que trasciende su dominio y proporciona la clave para los inventos -(Aún más: la filosofía en unos pensadores toma de la matemática sus métodos de exposición cfr: la Etica de Spinoza). Durante la época de racionalismo que se ha denominado la Ilustración (explicable en el contexto de las revoluciones burguesas que sacuden a Europa en el siglo XVIII) la matemática ante todo es un instrumento para la comprensión del cosmos. Esto se pone de manifiesto en la gran obra del siglo XVII: Los "Principia" de Newton y en las obras culminantes del siglo siguiente: La "Mechânique analitique" de Lagrange y la "Mechânique Celeste" de Laplace.

Volviendo a las dos grandes síntesis del período clásico: la Geometría analítica y el cálculo infinitesimal, diremos con respecto a la primera que se hacía necesaria reformar los principios del Algebra para que ésta adquiera una verdadera independencia. Esta labor fué objeto de muchos matemáticos siendo Descartes el que la llevó a su feliz término. Para Descartes el Algebra precede a todas las otras ramas de la matemática y no está condicionada por la naturaleza de los problemas a los cuales se aplica. Pero para Descartes el Algebra no es una ciencia, es un método que nos enseña a razonar con cantidades abstractas e indeterminadas. El Algebra es el método de la "ciencia universal". Al preocuparse poco por la belleza y la armonía de las nociones que estudia el Algebra y al concentrar su atención en un método abstracto de combinaciones lógicas, Descartes rompe con el ideal griego y abre nuevas perspectivas a la ciencia matemática: la síntesis del álgebra y la Geometría o sea la Geometría Analítica es el resultado.

Respecto al Cálculo infinitesimal hay que decir que para algunos su aparición señala el nacimiento de una nueva época en el pensamiento científico. Si bien en un principio su aplicación a los problemas mecánicos hace pensar que se trata de un mero "cálculo" como lo es por ejemplo el álgebra, los posteriores desarrollos sobre todo en el continente europeo muestran que el naciente cálculo es un formidable instrumento de predicción y control como antes no había tenido la matemática. Se inicia así una larga serie de descubrimientos en análisis, fruto de un paciente trabajo realizado sobre los problemas de la mecánica racional. Nacen toda una serie de problemas sobre las ecuaciones diferenciales que son suceptibles de descubrir realidades físicas bastantes complejas, basta citar aquí la ecuación de d'Alembert $\Delta\phi = 0$

de donde arranca toda la teoría del potencial, abriendo el camino para la solución de muchos problemas de física matemática.

7. El Siglo XVIII y el Siglo XIX.

El cálculo infinitesimal, la geometría analítica y el cálculo de series brindaron a los matemáticos un tal perfeccionamiento de las herramientas del matemático que para éstos hacia comienzos del siglo XVII todo parecía posible. Los matemáticos desarrollan la técnica operativa a límites insospechados, asi van apareciendo teorías que sobrepasan ampliamente las concepciones del álgebra elemental pero que proceden directamente de la gran transformación acaecida en el siglo anterior: la teoría de los determinantes, el cálculo de matrices, el cálculo vectorial que simplifica los cálculos de la geometría analítica, la geometría diferencial clásica; son algunos de los nuevos dominios explorados. Con la revolución francesa se abre un nuevo período en la historia política europea influyendo decisivamente en la evolución del pensamiento matemático. La burguesía con un interés manifiesto en la promoción de la educación técnica y en el ensanchamiento de la base material del capitalismo industrial funda institutos científicos y academias. La Ecole Polytechnique de París (1795) es el prototipo de institución para la preparación de los ingenieros, la enseñanza científica y la investigación fundamental en el terreno de las matemáticas y de las ciencias naturales. Este nuevo contexto permite abordar desarrollos matemáticos de gran importancia futura y casi siempre en relación a investigaciones de orden físico, consignemos aquí los resultados de la geometría diferencial clásica desarrollados bajo la influencia de los estudios sobre la elasticidad, e incluso hasta la tendencia al rigor en la matemática moderna recibió un poderoso impulso del estudio de las series trigonométricas introducidas por Fourier en la teoría del calor. No obstante el vigor del desarrollo de la matemática y de la ciencia en el siglo XVIII, llega un momento en que los matemáticos testimonian un cierto cansancio. El horizonte matemático va apareciendo obstruído y si a esto agregamos la crisis que la matemática enfrenta a principios del siglo XIX, crisis producida por la puesta en duda de las nociones usuales del análisis clásico tenemos un panorama hacia 1820 algo desalentador. La matemática en el siglo XIX difiere netamente de los desarrollos que se produjeron en los siglos precedentes. La originalidad del siglo XIX no consiste en la creación de nuevas técnicas operativas como en la profundización y la crítica de las nociones fundamentales de límite, continuidad, función, etc. En particular, se creía que toda función continua era derivable en todos sus puntos, con excepción quizá de un número finito de puntos. Cauchy fué el primero en abordar el problema de definir precisamente lo que es una función continua.

Otros matemáticos tales como Abel y Weiertrass trabajan en direcciones similares: ya no se trata de forjar nuevos medios de cálculo sino de analizar conceptos considerados hasta entonces como intuitivos. Esta verdadera labor de saneamiento era absolutamente necesaria ya que la vaguedad fué rodeada a nociones como continuidad, infinitésimo, convergencia, límite, etc. no había sido eliminada del análisis; ésto condujo a resultados teóricos falsos los cuales a su vez podían haber llevado a erróneas aplicaciones en la mecánica y en la física.

Acerca de la tarea emprendida por los matemáticos de la primera mitad del siglo XIX en relación con las aplicaciones en los dominios de la mecánica y en general de las aplicaciones físicas se podría pensar a primera vista que la realización de este programa de sutiles razonamientos sobre nociones tan alejadas del mundo sensible (como vgr. lo puede ser la "convergencia uniforme") condujera a un libre juego de la mente humana enteramente arbitrario. A este respecto conviene traer la cita de Struik que nos aclara dicho asunto: dice el notable matemático: "Fácil es ver también, restrospectivamente, que estaban edificando el cálculo como un instrumento más perfecto para establecer relaciones objetivas, y gracias a su obra el cálculo puede aplicarse ahora con gran confianza a problemas extraordinariamente sutiles de la mecánica ce leste, de la física matemática y de la teoría de probabilidades".

Esta labor sobre los fundamentos del cálculo constituye un aspecto importante de todo el replanteamiento de la matemática que se inicia en el siglo XIX y que continúa hasta hoy. El balance más inmediato de todo este panorama parece ser éste: por primera vez en la historia se aborda la construcción de una matemática que siendo lógica (ie: acorde con la razón humana) no parece natural(o sea adecuada con la estructura de la naturaleza sensible según la idea que desde Newton se tiene de ella).

8. Las matemáticas modernas.

Las matemáticas del siglo XX hay que enmarcarlas en el cuestionamiento general iniciado en el siglo pasado donde la crítica de los conceptos tradicionales y la creación de otros nuevos imponen un rasgo distintivo al pensamiento matemático moderno: su alejamiento cada vez más marcado de las nociones usuales que nos brinda la experiencia sensible. Ya desde 1840 aparecen las famosas curvas continuas sin tangente en ningún punto (Weierstrass) y otras no menos espectaculares curvas "patológicas". Como si esto fuera poco, en el dominio de la Geometría, aparece una creciente desconfianza al empleo de la intuición espacial ordinaria de la geometría euclidiana, la creación de nuevas geometrías no-euclidiana, no-arquimedeanas etc., de la culminación de esta sospecha. A principios del siglo XX parecía como si no hubiera ningún terreno sólido en la Matemática sobre el cual pudiera hablarse con relativa seguridad excepción hecha de la Aritmética de los números naturales. Es precisamente el intento de la aritmetización de las matemáticas clásicas la única vía posible para salir de la encrucijada en que se encuentra la matemática. Esta labor, ya iniciada por Cauchy y Weierstrass, culmina con la construcción del número real (Dedekind, Weierstrass, Cantor, Meray). Sin embargo la garantía que buscan los matemáticos no la encuentran en la aritmética, y al plantear la axiomatización de ésta, aparece la nueva teoría de conjuntos como el dominio preferido sobre el cual irán a recaer los principales esfuerzos, en virtud que en dicha teoría se resume en cierto sentido el pico contenido de todos los desarrollos precedentes de la matemática.

Una segunda característica de la matemática moderna lo constituye la multiplicidad de los estudios y el número considerable de ramas en las que se han diversificado, hay que agregar a esto los contactos profundos y frecuentes entre todos los dominios que brinda la axiomática moderna. A esta mayor extensión y profundización han contribuído de manera notable los extraordinarios avances que a partir de finales del siglo XIX han tenido lugar en el seno de la Lógica Simbólica (matemática, teoría de la Demostración, modelos etc.).

Finalmente para concluír estas breves observaciones sobre la matemática en el presente siglo, tenemos que hacer mención de la gran revolución que se ha operado a partir de la década del cuarenta en el campo de los métodos numéricos de cómputo. Los métodos de cálculo numérico de que tradicionalmente disponían los matemáticos era supremamente limitados: la regla de cálculo, las tablas de logaritmos y las calculadoras mecánicas sencillas eran las herramientas básicas de cálculo hasta el año cuarenta.

Ahora bien, el vertiginoso crecimiento de las economías contemporáneas, el despliegue tecnológico desarrollado a partir de la segunda guerra mundial, los proyectos de investigación del espacio exterior y las necesidades políticas de las naciones altamente industrializadas han hecho surgir nuevas necesidades en el terreno de la matemática aplicada. Se ha desarrollado no solamente la investigación teórica de infinidades de problemas matemáticos relacionados con la industria, la guerra, la economía y la dominación sino que también han sido creadas nuevas y refinadas técnicas de cálculo. Estas nuevas técnicas no sólo permiten llevar a cabo investigaciones hasta ahora impracticables sino que también han hecho modificar el juicio que se tenía sobre el valor de muchos resultados matemáticos conocidos. Por ejemplo, dichas técnicas han dado un impulso especial al desarrollo de los métodos aproximados, o sea métodos que permiten alcanzar mediante una cadena de operaciones elementales el resultado numérico deseado con una precisión suficientemente alta. Hoy en día, además es preciso valorar los métodos matemáticos desde el punto de vista de su adaptabilidad a las máquinas calculadoras correspondientes.

No sería exagerado decir que con el desarrollo vertiginoso de estas técnicas de cálculo ha comenzado un nuevo período en la matemática moderna caracterizado por el hecho de que su objetivo no es sólo el estudio de determinados entes matemáticos sino también el estudio de los caminos y medios por los cuales dichos entes pueden ser definidos.

De todos modos cualquiera sea el desarrollo futuro de la matemática del siglo XX, ésta parece confirmar plenamente la frase de Felix Klein:

"Las concepciones de las que nos ocupamos y cuya conexión íntima estudiamos, son ellas mismas producto de un trabajo prolongado del pensamiento matemático y están muy alejadas de los pensamientos que son de uso corriente en la vida ordinaria".

***

Universidad Nacional de Colombia
Medellín.