

Segunda.—Toda la red debe quedar construída en el plazo de quince años, de la manera siguiente:

a) En los primeros cinco años se terminarán todos los ferrocarriles complementarios y los secundarios que sirvan cuencas mineras.

b) A los diez años quedarán terminados todos los ferrocarriles de vía normal.

c) A los quince años toda la nueva red estará en explotación.

¿Será necesario poner de relieve la utilidad de realizar este plan y la oportunidad de comenzarle?

No es ya útil, sino necesario y urgente, para resolver las graves dificultades actuales y las que han de seguir, pero es que, además, la misma construcción de estos ferrocarriles exige un enorme incremento de todas las industrias auxiliares, y especialmente las de construcción de materiales artificiales y del fijo y móvil, y ello, ofreciendo un importantísimo mercado para tal fabricación, es de esperar que sirva de aliciente á nuestros industriales para desarrollar y ampliar sus medios de producción, con inmenso provecho para la economía nacional.

En España tenemos minerales y carbones, saltos de agua, y, en fin, operarios inteligentes; si ahora se pueden dar seguridades de venta de todo lo que puedan producir, no caben circunstancias más favorables para convertirnos en un país industrial, y la ampliación de los establecimientos actuales y la creación de otros nuevos movilizará la riqueza, atraerá á los emigrados por falta de medios de vida, al par que las nuevas líneas permiten poner en explotación numerosos recursos naturales que estaban alejados del mundo por falta de comunicaciones; la base contributiva se elevará en términos extraordinarios y, al fin, lo que pudo parecer operación onerosa y arriesgada se debe convertir en el mejor negocio que realice la Hacienda pública.

¡Garantías de utilidad! ¿Cabe discutirías?

MANUEL BELLIDO.

LA EDUCACIÓN DEL INGENIERO

POR

D. FRANCISCO PÉREZ DE MUÑOZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (1)

Más que la suma total de conocimientos con que debe salir el Ingeniero de su respectiva escuela, y más que el equitativo reparto que de los mismos deba hacerse entre los *supuestos teóricos* y los *pretendidos prácticos*, hemos examinado hasta aquí cuál es su propio interés respecto al caudal total de los que debe poseer y cuál es la conveniencia, y más aún, la tendencia que sobre los mismos tienen ciertos capitalistas que desean utilizar sus servicios, y cómo esta tendencia y pretendida conveniencia no se hallan muy acordes con lo que la razón aconseja y lo que en otras profesiones ocurre. El apreciar ahora la suma exacta de estos conocimientos, ya hemos enunciado que no es posible hacerlo en la realidad, y más aún que el problema en sí mismo carece de sentido, aunque no así el averiguar la clase, el orden y especie á que pertenezcan los que deban de adquirirse antes de comenzar el ejercicio de la profesión,

porque el saberlo nos dará á conocer mejor que nada cuáles de ellos son más importantes, cuáles de ellos menos, en qué consista la trascendencia de los unos y en qué la contingencia de los otros, y cuáles preferentemente dan solidez, consistencia, universalidad y permanencia á las aptitudes que el Ingeniero debe desarrollar con ellos.

Los agrimensores, los geodestas, los astrónomos, juntamente con los arquitectos, los hemos encontrado entre los pueblos más remotos de la antigüedad, formando grupos de hombres utilizados por la Humanidad á causa de los servicios que le prestaban por razón de los conocimientos adquiridos al hacer profesión del cultivo de su propio ingenio. La necesidad por estos hombres sentida, de establecer los suyos sobre sólida base y al mismo tiempo la de transmitir, reducida á pocas palabras, la doctrina de su profesión á quienes les sucedían en ella, les condujo muy pronto á proceder por abstracción, por limitación de datos, á echar los cimientos de las dos ciencias matemáticas fundamentales: la aritmética, para estudiar la medida de las multitudes, y la geometría, para estudiar la medida de la extensión, la *ciencia pura del tiempo* y la *ciencia pura del espacio*, y he aquí que desde aquellos antiquísimos tiempos hasta los presentes que corren, estos dos firmísimos pilares han permanecido incommovibles y de ellos se derivan todas las ciencias matemáticas del día, sobre las cuales, como sobrenatural asiento, se erigen la Mecánica y demás ciencias físicas que hemos visto cómo nacían y crecían á medida que los hombres sentían necesidad de atender á problemas, cuya sola comprensión y acabada resolución pedía la extensión de principios existentes, y la creación de otros nuevos y aun la abolición de algunos antiguos.

He visto presentar á la Humanidad; y por cierto que con gran aparato científico, como compuesta de una avanzada de sapientísimos doctores, que, á manera de aquel de Calderón, van buscando las hierbas del saber y los principios de las ciencias para dejárselas hacinadas y compuestas á triple fila de Ingenieros, que detrás de ellos, deshaciendo las gavillas con ansiosa solicitud, los siguen, para entregar, bien elaborados y preparados, productos de estos principios deducidos, á famélica multitud de vulgo ignaro, que asombrado del saber de los que ve lejos y de la actividad de los que tienen más cerca, con un palmo de boca abierta, ni aun siquiera puede llevarse á ella las exquisiteces para su satisfacción con tanto trabajo adquiridas. Nada más lejos de la realidad que esta imagen, nada más falso, nada más contrario á la verdad, y quienes así pintan lo que quieren son los primeros defensores de los fueros de la *nueva ciencia*, no de aquella de Tartaglia, no, sino de la de Adam Smith, de la Economía política, que nos dice, y con muchísima razón, precisamente todo lo contrario. Porque reducido á sus ejes, el ciclo económico de la actividad humana es condensa en cuatro cuadrantes como la rosa de los vientos: *necesidad sentida, actividad desplegada, utilidad creada, necesidad satisfecha*, para volver de nuevo con otra necesidad sentida, más actividad desplegada, otra utilidad creada y nueva necesidad satisfecha, y así sucesivamente, ciclo tras ciclo, como hace muchos años me decía en una cosa, que hasta sonaba á verso, cierto médico de un balneario de Andalucía:

«Así va la vida humana
almorzar por la mañana,
comer luego al mediodía,
y á la noche..... otra vez gana.»

Esta y aquella, la de esta cuarta y la que nos dice la economía política, esta es la verdad, y así hemos visto que ha ido sucediendo desde los más remotos siglos, y así ha de suceder siempre, de manera que si quisiéramos emplear otra imagen para

(1) Del notable discurso pronunciado por nuestro ilustrado compañero en la solemne apertura del curso académico de la Real y Pontificia Universidad de Santo Tomás de Manila, de la cual es distinguido Profesor.

representar el progreso de la humanidad, diríamos que ésta se compone de la famélica multitud, en primer término, seguida de cerca por legión de Ingenieros graduados de menor á mayor capacidad, instrucción, conocimientos y experiencia, que van desplegando su actividad sobre el capital de conocimientos adquiridos para irlos dando mano á mano á las primeras filas, como en un ejército se reparte el repuesto de municiones, que viene detrás con la impedimenta.

Podríamos seguir con el símil para ver cómo de las filas del centro, más densamente pobladas, salen las nuevas generaciones, que en cuanto están en condiciones de lucha pasan á las primeras, y como llegarán tanto más adelante cuanto menor sea el caudal de instrucción que hayan ido adquiriendo al pasar por las más avanzadas, y que tan grande puede ser el de ciencia que adquieran que, de la fila en que crezcan, deban de pasar á alguna de más atrás.

Quiero decir con esto que esta marcha de la humanidad, prescindiendo de imágenes y de metáforas, si bien es la de invención, no es ni puede ser la de la enseñanza, porque es imposible poner á cada cual en presencia y constreñido por tantas necesidades cuantos sean los objetos sobre los que deba ejercitar su ingenio, esto es, venimos á lo que he dicho ya, que la enseñanza no puede ser puramente práctica á no ser que sea casi nula. Para la enseñanza es preciso seguir el camino contrario, es preciso que alguien recopile y reuna en su memoria todos los conocimientos que con el ejercicio de su profesión haya ido adquiriendo, extracte de ellos y de los de otros dedicados á la misma, y con quienes habrá de estar en continua comunicación de ideas, principios generales, los transmita á sus discípulos y poniéndolos imaginariamente en presencia de las necesidades sentidas por los descubridores de estos principios, les haga ver su importancia y, sobre todo y ante todo, emprendan esta tarea procurando hacer la ciencia agradable, cosa tan fácil y hacedera como que lo es ella en sí misma, tanto, que para lo que se necesita verdadero esfuerzo y arte es para hacerla desagradable. Pero hay quienes tienen especial habilidad en presentar las dos cosas que más ennoblecen al hombre, el saber y la virtud, rodeadas de cuantos atributos tétricos, tristes, miedosos, desagradables y pavorosos caben en ninguna imaginación.

La virtud, con la muerte; la calavera, el cilicio, el saber con la palmeta del maestro, la escasez del estudiante, el hambre del sabio, el desprecio de la posteridad. Y no es verdad, la humanidad no es eso, y ya podemos dar gracias á Dios por ello.

Mas volvamos á la cuestión de la enseñanza y empecemos por notar en ella que el proceso inverso al de la invención, que hemos mostrado antes, debe de seguirse; ha de consistir en enseñar primero aquellas ciencias y disciplinas halladas por la mayor abstracción, la mayor limitación de datos, las últimas á que se llega en el procedimiento de invención, pero sin perder nunca de vista las ocasiones que han motivado, al menos, sus principales descubrimientos, para en ciertas partes de ellas seguir el procedimiento de invención de sus teorías, pero no el de la ciencia general, y además para introducir cierta variedad que dé amenidad al espectáculo del cinematógrafo, donde se desarrolla la película de la ciencia.

Esta mayor abstracción, esta máxima limitación de datos, esta generalidad de principios y universalidad de aplicaciones, esta base, fundamento y sostén de todas cuantas ciencias puede y debe poseer el Ingeniero de cualquier especialidad que sea, estos caracteres de ciencia fundamental de la profesión, la poseen las matemáticas y sólo ellas. Concedo de bonísima gana que el tener el principiante firme base de preparación metafísica y filosófica le servirá y ayudará mucho para adquirir la instrucción matemá-

lica necesaria, pero también es verdad que en caso de no poseer-se puede, aunque no fácilmente, irse adquiriendo simultáneamente al conocimiento de las matemáticas, bien con ayuda de libros de texto adecuados, y abundan en el día los escritos con este carácter tanto como escaseaban hace treinta años, en que predominaba en la enseñanza de las matemáticas el espíritu ligero y afrancesado que no poseyeron los grandes matemáticos de esta nación en su siglo de oro, ó con la ayuda de algún buen profesor que supla cuanto encuentre que falta en el libro de texto acerca de tan importante materia.

Yo no dudo en asegurar que el alumno que haya adquirido profunda, sólida y extensa preparación matemática pueda lanzarse solo, no ya al estudio de las ciencias de aplicación, sino aun á hacer muchas aplicaciones prácticas él por sí solo, y si de primera intención no da con la solución más rápida, ciertamente que no gastará muchos ensayos en atinar con ella. Claro está que el procedimiento no es recomendable en sí mismo, pero en comparación del recomendado con tanta insistencia, de hacer muchos ejemplos, visitar muchas obras, dar muchos paseos y adquirir mucha pedantería, es mucho, muchísimo, infinitamente mejor el que yo recomiendo.

Adquirida esta preparación matemática, puramente matemática, la mecánica, la física y todas las demás ciencias de matemáticas aplicadas pueden estudiarse con buenos textos y buenos laboratorios y no muchos profesores; las demás asignaturas, no quiero rebajar la palabra ciencia, que por ahí andan tan en boga como puentes, ferrocarriles, carreteras, construcción y mil más; esas sí que se estudian sin profesor, para esas sí que sirve el estudio de campo, taller y otras, para esas sí que llegarán á estorbar los libros, las descripciones minuciosas que dan al detalle la importancia del conjunto, que nos enseñan que en tal parte se colocó un poste, que en otra se colocaron dos, que las piezas de tal arco estaban separadas por placas de cobre, que esas placas pesaban 0,40 de kilogramo cada una, y mil cosas que cargan la memoria, cansan la paciencia y provocan la desesperación de cualquier estudiante medianamente inteligente. Sólo concedo una excepción, lo que haya de arte en la enseñanza, que eso sí que exige buen profesor que eduque el gusto y evite las chocarrerías, los caprichos, las extravagancias, el afán de singularizarse y mil tendencias viciosas, que no dejarán de serlo aunque se las quiera disfrazar con el pomposo nombre de genialidades.

En cambio esta preparación matemática exige un profesor profundo, estudioso, concienzudo, con completo dominio del asunto, capaz, no sólo de estar al día en el adelanto científico general y particular del departamento que le está encomendado, sino de investigaciones propias, de observaciones originales, de mirada clara, de expresión sencilla que, sin aparato escénico de ninguna clase, presente como perogrulladas las más profundas verdades de la ciencia, que las presente con método y talmente ordenadas que la inteligencia siga con facilidad el discurso y razonamiento de modo que el alumno mismo vaya viendo la necesidad de los principios por su mutuo encadenamiento. Esto no se consigue sin profesor, sin muy buen profesor, y de éstos se encuentran muy pocos. ¡Y con qué placer se les recuerda! Don Juan Aguilar, D. Antonio Arévalo, D. Mariano Carderera, D. Miguel Martínez de Campos, dejadme que deposite este recuerdo de gratitud á vuestra memoria.

No faltará quien piense que esto es contrario á la naturaleza misma de las cosas, que precisamente las matemáticas pueden estudiarse con el lápiz y el papel sin salir de su casa, mientras que las ciencias físicas exigen laboratorios y las asignaturas de aplicación exigen explicación ante la realidad que visitan.

Convengo en lo de las ciencias físicas y nunca se ponderará

bastante la importancia del laboratorio, pero al revés de como ordinariamente se usa; pero para visitar puentes, caminos, canales, puertos, tinglados, grúas, almacenes, saltos de agua, máquinas de vapor, locomotoras, talleres de construcción ó reparación, la torre de Eiffel ó el túnel del Simplón, no hay nada como no serlo y, no siéndolo el matemático, puede ir solo sin peligro de perder el tiempo. Y hay que advertir que esto es completamente general, que lo mismo sucede en toda clase de estudios, que para aquellos para los cuales hace falta profesor más docto y experimentado es para los estudios más fundamentales, y estas dos condiciones se hallan preferentemente entre los más viejos, entre los encanecidos en el estudio, entre aquellos que habiendo visto mucho saben prescindir de lo mutable y despojar sus enseñanzas de rencillas de escuela, apasionamientos nacionales, inutilidades de moda, para grabar en la mente del alumno, lo inmutable, lo verdadero, lo depurado, y fijarle el criterio para que en las novedades distinga fácil y seguramente las partes componentes y las divida en estas dos categorías, ponga en cuarentena lo que pertenezca á la una y acepte resueltamente lo que sea de la otra, por muy revolucionario que le parezca.

No suele negarse por nadie, así clara y rotundamente al menos, la necesidad que el Ingeniero tenga de poseer cierto caudal de ciencias matemáticas, porque debiendo estar casi constantemente midiendo y calculando, es natural que se le concedan algunos medios fáciles y expeditos para calcular y medir. Lo que por algunos se niega y por muchos se regatea, es el cuánto y el cómo del caudal de ciencias matemáticas, lo que principalmente se sostiene por muchos es la estabilización ó estancamiento de los conocimientos matemáticos, la negación de su progreso entre los Ingenieros, tanto en caudal como en métodos de enseñanza, tanto en cantidad como en calidad.

Sucede con esto algo parecido á lo sostenido por ciertas escuelas socialistas con respecto al uso de las máquinas en las industrias.

Con objeto de facilitar el empleo de gran número de brazos (esta es la frase clásica por ellos empleada), se anatematiza el empleo de las máquinas; pero, generalmente, se admite el de las que se vienen usando por la humanidad, pero no el de otras nuevas, y en cuanto la cuestión sale del terreno de los principios y pasa al de las aplicaciones, y llega hasta á discutirse si tal máquina es lícita y tal otra ilícita, pierde la cuestión su fuerza y se reduce no á lucha de ideas sino de pasiones. Pues exactamente lo mismo sucede en este particular; si nadie niega al Ingeniero la necesidad de poseer las ciencias matemáticas, nadie podrá negarle su progreso hasta tanto cuanto el estado de la ciencia lo permita, advirtiéndole que son ellos, los Ingenieros, los que lo promueven constantemente con las necesidades sentidas en sus trabajos, cada vez más complicados, más difíciles de resolver, más numerosos y frecuentes y para los cuales hay que emplear métodos más seguros, más rápidos, más económicos de tiempo, de pensamiento, de trabajo de cualquier clase que sea.

Encontró en el campo un galleguiño á un monje á quien atosigó á preguntas sobre las penitencias que hacían, y cuando se hubo convencido de la severidad de todas ellas, llevándose las manos á la cabeza exclamó: *lu que faz l'home por non traballar*. Pues por no trabajar se procura el adelanto de las ciencias, por no trabajar se idean máquinas y artefactos y teorías y matemáticas y metafísica, por ahorrar trabajo se trabaja más que por exagerarlo. Máquinas de pensar son las matemáticas, y máquinas que al ahorrar cabezas piden brazos.

Con estos preliminares, y encarecida así la importancia que tienen las matemáticas en la profesión del Ingeniero, creo que debo intentar dar una idea general, aunque breve y compendiosa

de lo que sean estas ciencias, cual su estado actual y como deba procederse á su enseñanza. Las matemáticas, difícilmente habrá ciencia alguna más impopular que ellas.

En Europa, y principalmente en España, si la hay la filosofía; pero aquí en Filipinas esta rama de la ciencia fué siempre nombre sustantivo, del que se deriva un adjetivo muy apetecido entre los estudiantes.

De cualquier manera creo que sean dos ciencias muy desacreditadas entre *el cuerpo electoral*; mas por mi parte no dudo en asegurar que este descrédito es uno, si no el mayor de todos sus títulos de gloria, porque tal descrédito es propio de cualquier ciencia verdadera, de la ciencia que no se aprende entre chabacanas de compañeros, vahos de café, vapores de alcohol, humo de tabaco, músicas de orquesta, sino que se adquiere con estudio, atención, aplicación, asiduo trabajo, «tiempo, vigiliias, hambre, desnudez, vaguidos de cabeza, indigestiones de estómago», como puntualiza Cervantes, y esto fué, es y será siempre impopular.

Mucho se ha escrito acerca de las matemáticas, sobre su historia, su futuro. Se las ha clasificado de muy diversa manera en el conjunto general de las ciencias; se ha discutido su valor educativo y hasta su utilidad práctica y, sin embargo, desde Platón, que escribió á la puerta de su academia aquel famoso letrero.

ΟΥΔΕΙΣ ΑΓΕΩΜΕΤΡΗΤΟΣ ΕΙΣΙΤΟ

hasta los tiempos modernos, no obstante lo elegante que es, alardear de ignorancia científica y religiosa, la historia de la humanidad nos presenta constantemente á los hombres que las profesan, rodeados de general aprecio, estima y hasta veneración por quienes obran de buena fe y por no torcidos caminos persiguen nobles y elevados fines.

Es verdad que hoy mismo hay quienes piensan que las matemáticas no sirven de nada; que su valor educativo es menos que nulo, es negativo; que atroflan en lugar de desarrollar la inteligencia; que embrutecen en lugar de elevar y ennoblecer el espíritu; sí es cierto que los hay, y á mí me parece que los que tal opinan han comenzado demasiado pronto el estudio de las matemáticas, quizás no lo hayan comenzado jamás, es dudoso que lo puedan comenzar.

Las matemáticas ó la matemática, así en singular, como ahora han dado en llamarlas para encerrar en un solo nombre todos los conocimientos á ellas pertenecientes, es ciencia que nació, como dijimos antes, abstrayendo de los cuerpos físicos de nuestra experiencia externa todo cuando no sea extensión y número. No debe perderse de vista que la noción de número puede obtenerse sin necesidad de abstraerla de los cuerpos físicos, pues los seres espirituales y ciertas entidades morales también tienen razón de número; pero desde el punto de vista histórico debe darse por cierto que el número se obtuvo contando cuerpos físicos, no entidades morales ni espíritus puros. Así se las viene considerando desde muy antiguo; pero desde mediados del siglo XIX, en que los estudios de Gauss Lobatchewsky, Bolyai, Riemann y otros nos presentan la geometría como especie de un género que la comprende y que nos obliga á añadirle el apelativo de *euclídea* para distinguirla de otras, y desde que Boole, Hamilton, Grassman y recientemente Peano nos presentan también el álgebra como especie de otro género que la comprende, como ella misma hizo con la aritmética hace un par de siglos, la noción que envuelve el nombre de *matemática* ha cambiado mucho, y el concepto que de ella tienen hoy día los más decididos campeones de su cultivo es muy diferente de cuanto pueda derivarse de número y extensión.

Así, Bertrand Russell, uno de los más profundos pensadores

que hoy escriben y tratan estas cuestiones, da de las matemáticas la siguiente definición en sus *Principles of mathematics*:

«Las matemáticas puras son la clase de proposiciones de la forma, p implica q , en donde p y q son proposiciones que contienen una ó más variables, las mismas en las dos proposiciones, y ni p ni q contienen más constantes que constantes lógicas. Y constantes lógicas son todas las nociones definibles en términos (en función podríamos decir, separándonos algo de la traducción literal) de la siguiente: Implicación, la relación entre un término y la clase de la cual es miembro, la relación de *tal que*, la noción de relación y todas aquellas que puedan encerrarse en la noción general de las proposiciones de la forma anterior. Además de éstas, las matemáticas usan una noción que no es constituyente de las proposiciones que considera, la noción de verdad». A defender esta definición, cuya construcción gramatical, ni en inglés ni en castellano, peca por sobra de elegancia, está dedicada toda la obra, incompleta hasta la fecha, del autor. Añade, que esta definición puede parecer algo extraña, pero que es capaz de completa justificación en todas sus partes y que cualquiera que haya sido la noción que de estas ciencias se haya tenido durante el pasado, todas ellas quedan incluidas en la definición y que cualquiera ciencia que caiga dentro de ella, tiene á su vez más ó menos vagamente los caracteres de la ciencia matemática.

Alfred North Whitehead da esta otra definición, más breve pero no muy diferente de la anterior: «Ciencia que trata de la deducción lógica de las consecuencias, de las premisas generales de todo razonamiento».

Entregad un libro cualquiera de matemáticas á quien sea ajenó á su estudio y observaréis que lo primero que llama su atención es la más ó menos larga serie de signos y garabatos ininteligibles que en él encontrará: el simbolismo con que se expresan las ideas. Abrid cualquiera de los versados en estas ciencias estudiadas al estilo antiguo uno de los tratados de Peano y encontraréis páginas enteras sin una sola frase gramaticalmente escrita, repasad el índice y ni una sola encontraréis, todo está lleno de escritura simbólica. Yo creo que este simbolismo, sea ó no esencial á la ciencia, al verlo tan abundantemente empleado merece alguna mención. Ciertamente que las matemáticas deducen consecuencias de determinadas premisas, pero emplean para ello el lenguaje simbólico con leyes especiales de combinación de estos símbolos y de interpretación de sus resultados y además no aplican su simbolismo á toda clase de conocimientos humanos, aunque camino se va de hacerlo, sino sólo á cierta y determinada clase de ellos. Pero se me dirá que no hay nada más matemático que la geometría, y sin embargo en esta ciencia, y según el método estrictamente euclídeo, apenas se emplea el lenguaje simbólico, y aun eso poco se puede suprimir completamente. En cambio la aritmética, y sobre ella el álgebra, apenas se conciben sin este lenguaje y nadie les disputa el carácter de ciencias matemáticas. La lógica no es ciencia matemática, pero cuando se trata de aplicar á su estudio el lenguaje y métodos simbólicos, intentado desde tiempo de Leibnitz, ya entonces se llama cálculo lógico, análisis matemático de la lógica, lógica matemática, pareciendo como si el método empleado cambiase el carácter de la ciencia, convirtiéndola de filosófica en matemática, como si aquél predominase sobre su objeto formal. Si no fuera por la geometría se diría que el simbolismo es esencial en la matemática.

Acerquémonos más, veamos atentamente los métodos geométricos, comparemos el estudio que el geómetra hace del espacio y el que del mismo hace el filósofo. El geómetra empieza por definir ciertas entidades espaciales, punto, recta, plano; combinaciones de ellas, triángulo, tetraedro, círculo, esfera; nuevas combinaciones como recta tangente, plano secante, etc., y á la vez

estudiando más bien que el espacio en sí, las figuras que él idea en su seno, sus relaciones, sus combinaciones, la interpretación de las mismas. No niego que sea difícil ver carácter de símbolos en las figuras geométricas, que si no tienen realidad material exacta, la pueden tener tan aproximada como se desee, y que ellas en sí no representan nada que no sea ellas mismas, mas no es tan difícil ver el carácter de marcas, hitos ó mojones, que se colocan en la inmensidad de un desierto uniforme para guiarse en el camino á su través. Si aun diéramos un paso más para considerar estas mismas figuras en espacios no euclídeos, en los cuales no tienen representación sensible ninguna de las entidades geométricas definidas y consideradas en ellas, veríamos que el carácter de símbolos podría atribuirse sin inconveniente ninguno á las figuras geométricas y la geometría no se diferenciaría en nada de las otras ciencias matemáticas. De aquí que más característico de las ciencias matemáticas es el método que aplican al estudio de su objeto, que este mismo objeto á que se aplican, como puede muy bien verse comparando, como he dicho, métodos matemáticos con metafísicos en el estudio de uno solo y mismo objeto formal, el espacio.

Mas el empleo de símbolos y el lenguaje simbólico que es su consecuencia, para nada aparecen en ninguna de las dos definiciones precedentes; y esto depende de que así como el lenguaje, cualquiera que sea, influye y se refleja en la inteligencia misma del hombre que lo maneja, obligándole, ó al menos induciéndole, á dirigirla en cierta dirección ó con cierto encadenamiento especial de ideas, y así no se piensa lo mismo cuando haya uno de expresarse en castellano que en alemán ó en latín, así también este lenguaje simbólico obliga á la inteligencia á mirar el objeto formal á que se aplique para su estudio, de cierta manera especial, inconfundible con otra alguna, la cual habrá venido á ser la base y la esencia de las matemáticas. Ahora bien, esta manera especial de ver las cosas el matemático, queda perfectamente incluida dentro de cualquiera de las dos definiciones, mejor en la primera, no obstante su falta de elegancia, que en la segunda. Este camino especial, este encadenamiento típico de ideas del matemático consiste en mirar las cosas agrupadas en clases y estudiar estas clases y las relaciones entre la cosa y clase á que pertenece y las relaciones entre las diversas clases que aparezcan capaces de ser relacionadas entre sí. De manera que puede decirse sin miedo á errar que la matemática tal cual hoy se entiende por los más decididos cultivadores de los métodos modernos, que tanto han contribuido á su avance, extensión y unificación, ha perdido el enlace directo que tenía con el número y la extensión, sus dos ideas fundamentales, para hacerse verdadera ciencia de clases y relaciones.

He procurado presentar el conjunto de la ciencia matemática en toda su grandeza y complejidad, para colocarme en las más desfavorables condiciones posibles al plantear el problema de la importancia que tengan para el arte del Ingeniero, extensión con que éste deba adquirir su conocimiento y hasta carácter especial que quiera dársele á esta adquisición, porque no se me podrá negar que al presentar esta ciencia desligada de las nociones de número y extensión, la posición de quien defienda su adquisición por el Ingeniero será por demás difícil y embarazosa y la que yo deseo asumir es la de que las matemáticas que debe conocer el Ingeniero no son matemáticas económicas, matemáticas de desecho, de segunda mano, desperdicios de matemáticas, no; son y deben ser matemáticas tan altas, elevadas y profundas como el estado de la ciencia permita en los días en que deba de adquirirlas que, recuérdese bien, serán todos los de su vida profesional, no sólo los de la escolar. Si el filósofo investiga las cosas *per altiores causas* el Ingeniero debe pesirlas y medirlas *per altiores mathesis*.

He dicho repetidas veces que el Ingeniero debe estar estudiando toda la vida y que quien no esté dispuesto á esto debe renunciar al ejercicio de su profesión desde el momento en que para él pasó la era de los libros. Ahora bien, toda la vida se está aprendiendo y en estricto sentido toda la vida la pasa el hombre educándose, del latín, *ducere*, guiar, conducir, mas no debemos deducir de ahí que toda la vida del hombre sea vida de estudiante, ¡qué más quisiera él! ni que toda ella haya de pasarla con su ayo ó maestro al lado para evitar que se descarríe, moral, intelectual ó científicamente. La instrucción y educación de que tratamos es la que termina al salir de la escuela técnica donde se le haya preparado, y debe salir de ella, cuando la utilidad que reciba dedicando su tiempo á adquirir los conocimientos que en ella se le enseñen, sea inferior á la que él pueda crear aplicando los adquiridos durante otro tiempo equivalente. De ahí, que de escuelas malas y de manos de profesores incompetentes, se deba salir muy pronto, de escuelas buenas, regidas por profesores doctos, da pena salir, se está en ellas muy á gusto. También hay estudiantes con tales facultades mentales que apenas iniciada en ellos alguna teoría, ciencia ó arte, están en disposición de aplicarlas útilmente, mientras que otros necesitarán machacar mucho sobre las explicaciones del profesor para adquirir suficiente seguridad para valerse de ellas estando solos. Los primeros podrán salir muy pronto de la escuela ó pasar á otras mejores, los segundos será muy expuesto dejarlos solos. En la práctica no sucede así, porque es muy arriesgado dar á ningún profesor ni Centro docente de ninguna clase facultades para juzgar por sí cuando llega este momento crítico para cada estudiante particular, de manera es que salen cuando pasan por ciertas pruebas, las mismas para todos, obteniendo en ellas cierta mínima calificación.

Pues bien: durante este período estudiantil se persiguen dos fines parciales muy distintos y á cual más importante: el uno es

someter la inteligencia á ejercicio continuo y á veces rudo para fortalecerla, como el cuerpo se fortalece con la gimnasia, usando la misma prudencia que con él se usa para no extenuarlo, como sucede cuando el ejercicio es excesivo para las condiciones corporales del individuo. Así tampoco se pueden someter todas las inteligencias á los mismos ejercicios, que podrán ser escasos para las unas y excesivos para las otras, como se conoce inmediatamente viendo cuáles necesitan ayuda y cuáles levantan solas la carga. El segundo fin es el de dotar á estas inteligencias de bastante número de conocimientos (*especies impresas*) para poder resolver por sí mismas la mayoría de los problemas con que probablemente hayan de encontrarse en la práctica de la profesión. Ambos fines pueden mirarse como partes integrantes de un solo y mismo fin, el fin de la educación: *causa finalis*. Este fin pide en el educador un ideal, al cual el educando ha de ir aproximándose cuanto sea posible durante el proceso educativo, y este fin, tal cual se deriva de toda la historia de la ingeniería, no dudo que esté bastante bien expresado en el «ideal científico realista» de un autor moderno.

Ahora bien: las matemáticas, cualquiera que sea el concepto que de ellas se tenga, y tanto más cuanto más se aproxime al amplísimo y elevadísimo que acabo de describir, cumplen de admirable y difícilmente superado modo ambos parciales fines, siempre que se las enseñe sin perderlos de vista, como es natural, y sin limitar, cerrar ni imposibilitar desde el principio el continuado progreso é ilimitado desarrollo de su estudio, presentando desde él toda su grandeza, el cuadro completo de sus gigantescas proporciones y el particular rincón por donde se va á comenzar á desintrincar la trama de verdades que componen la extensa y bien enlazada red de sus principios y aplicaciones.

(Continuará.)

REVISTA EXTRANJERA

La aeración de las vías férreas metropolitanas subterráneas.

El Ingeniero-Jefe de Puentes y Calzadas, M. A. Goupil, publica en los números 3, 4 y 5 del corriente año de *Le Génie Civil* un interesante estudio sobre la aeración de las vías férreas metropolitanas subterráneas, recopilando los trabajos de varios

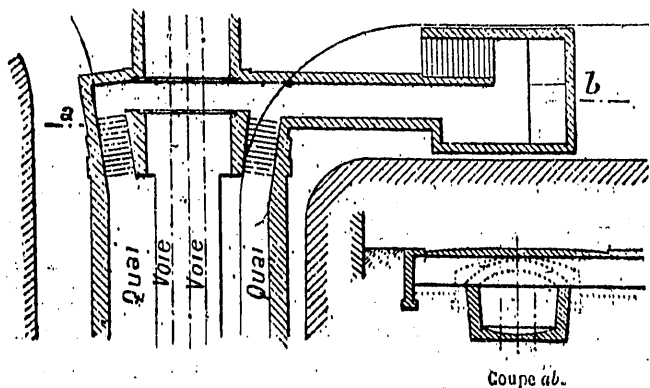
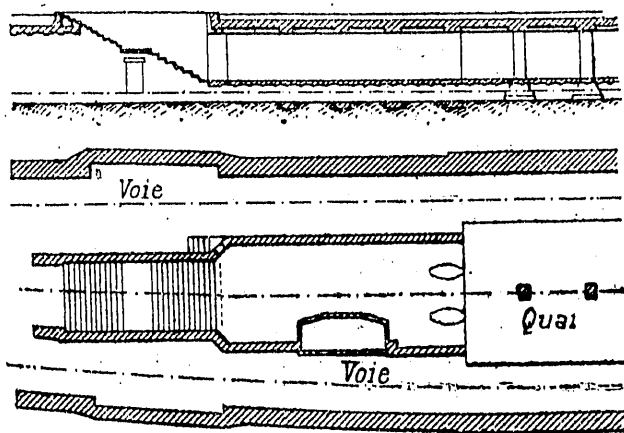


Fig. 1.ª

autores y los resultados de la experiencia en las múltiples obras de esta naturaleza que están en explotación.

Así la experiencia adquirida en la explotación del Subway de Nueva York desde 1904 ha conducido á nuevos puntos de vista para la cuestión de la aeración en las nuevas líneas.

Las nuevas líneas subterráneas de Londres manifiestan importantes esfuerzos para hacer agradable á los viajeros la permanencia en los túneles y la aplicación en ellos del ozono para



Figs. 2.ª y 3.ª

mejorar el aire. En el metropolitano de París (fig. 1.ª), la aeración, al principio insuficiente, ha dado lugar á numerosos trabajos complementarios.

Para el de Berlín (figuras 2.ª y 3.ª y 5.ª y 6.ª) no ha habido, al parecer, quejas importantes, siendo las disposiciones de las estaciones particularmente favorables á la aeración.