

las siguientes: volumen de fábrica á construir considerable (83,432 metros cúbicos); cauce amplio, con pendiente moderada; seguridad de encontrar á las profundidades previstas terreno adecuado para la cimentación, y dificultad de disponer de una cantera única de arenisca que proporcione todo el material necesario para las mamposterías.

La presa debe ser ante todo, enlazada con el apartadero proyectado en el ferrocarril de Zuera á Olorón, que se halla á unos 7 kilómetros; hecho esto, hay que proceder á las instalaciones necesarias, estableciendo los motores, eléctricos ó de vapor, que han de mover las bombas para agotamientos, los cables transportadores y planos inclinados, las trituradoras para producción de arena, amasadoras de mortero, hormigoneras y demás máquinas que la ejecución de la obra requerirá.

Esta ha de empezarse en verano por la construcción de ataguías, de sacos y gravas probablemente, que desvíen la corriente y segreguen de ella una sección, en la que habrán de practicarse la excavación de las gravas de cimienta y la cimentación de la fábrica, todo ello á favor de los agotamientos necesarios, que por el largo plazo que habrán de comprender, habrán de ser muy importantes.

De esta suerte, procediendo por secciones, podrá irse construyendo la parte inferior de la presa, desviando la corriente por boquetes suficientemente largos, que, á modo de vertederos, se irán dejando en ella.

A medida que el muro se levante se podrá llevar más alta la parte de aguas arriba del macizo, á fin de poder prescindir más pronto de las ataguías, expuestas á ser arrastradas á cada avenida importante. Una vez hecho esto, el constructor deberá escoger, para realizar la obra, el medio de dar paso á las riadas, sin correr el riesgo de que con la cascada se produzcan degradaciones importantes en el terreno de aguas abajo. Fuera de esta condición deberá concedérsele entera libertad para hacer la desviación de la corriente, siempre que el macizo se ejecute debidamente y queden muy enlazadas unas partes con otras. El desagüe que proporcione la galería, por su poca sección, sólo podrá utilizarse como un medio auxiliar que permita dar paso á caudales reducidos, cada vez mayores, sin embargo, con la altura que la presa vaya alcanzando.

En cuanto al plazo que podría asignarse á la ejecución de esta obra, depende, como es natural, de factor tan incierto como es el caudal de avenidas que el río Gállego tenga en los meses de estiaje, sobre todo, mientras haya de trabajarse al abrigo de las ataguías. Por eso, contando con que la cimentación ha de exigir dos veranos, y aun posiblemente tres, y suponiendo que las circunstancias del río no sean demasiado desfavorables, el plazo de ejecución con que se cuente no debe ser inferior á seis años, á fin de ponerse al abrigo de toda contingencia, y suponiendo para ello que en la obra se dispondrá de todo el personal y elementos necesarios.

Régimen á que deberá someterse la derivación del Gállego.—De ordinario, mientras el embalse de la Sotonera no alcance el nivel máximo, las compuertas de toma del canal deberán hallarse abiertas por completo. Sólo cuando se tenga el propósito de vaciar aquel pantano y pueda preverse que serán suficientes las existencias disponibles, podrán cerrarse dichas compuertas hasta empezar la nueva campaña que precede á la refeción del embalse. Es necesario notar que, por punto general, serán preferidas las aguas del Gállego á las del Cinca y Guatizalema para la alimentación del pantano de la Sotonera, porque requiriendo su utilización un recorrido mucho menos considerable, representan menos desgastes y desperfectos en las obras y, por tanto, una mayor economía.

Según ya se ha indicado, no se espera que pueda ser preciso abrir anualmente el desagüe de fondo de la presa del Gállego; pero cuando haya necesidad de hacerlo, habrá de esperarse á los meses de verano cuando el río tenga caudales que no excedan del consumo que en dicha época requieran los aprovechamientos establecidos.

Es cuestión que la experiencia, mejor que previsión alguna, podrá resolver con acierto fácilmente, pues habrá tiempo para adquirirla durante la primera etapa del establecimiento de los riegos, en que habrán de ser muy limitadas las necesidades del regadío en cuanto á aguas y abundantes relativamente los recursos para proporcionarlas.

JOSÉ NICOLAU.

FÉLIX DE LOS RÍOS.

PRINCIPIOS DE LA MODERNA PEDAGOGÍA MATEMÁTICA ⁽¹⁾

POR

D. LUIS GAZTELU

Ingeniero de caminos, canales y puertos, profesor de la Escuela especial del Cuerpo.

(Continuación.)

Enseñanza en las Academias preparatorias.

Me consta que en esta clase de enseñanza hay y ha habido siempre profesores excelentes, que reúnen todas las cualidades que se requieren para tan delicada profesión, y que, además, se trabaja mucho. Pero hay muchos obstáculos que impiden que el aprovechamiento sea tan grande como se podría esperar, dados estos antecedentes.

El objeto inmediato de esta enseñanza no es la instrucción del alumno, sino conseguir un buen resultado en los exámenes, y ya, en el capítulo primero, se han explicado suficientemente los inconvenientes que de ello resultan.

Además, luchan los profesores con la necesidad imprescindible de desarrollar completamente programas cuya extensión ha sido siempre exagerada, lo cual impide que el estudio se pueda hacer lentamente y en la forma que se ha recomendado en el citado capítulo.

Y en este punto, es preciso confesar que nuestra Escuela ha ejercido una influencia muy perjudicial, cuyos resultados no se limitaron á la propia Escuela, sino que el mal ejemplo fué imitado á porfía por todas las demás.

De ello dan testimonio todos los programas de ingreso que rigieron desde 1877 hasta la creación de la Escuela general preparatoria de Ingenieros y Arquitectos, en 1886. Esta Escuela siguió la misma marcha, y sus programas de ingreso eran tan extensos, que la mayor parte de los alumnos invertían, por lo menos, tres ó cuatro años en el estudio de las Matemáticas elementales con el Algebra y la Geometría analítica. Se dió frecuentemente el caso de aspirantes que demostraban conocimientos no muy comunes en Homografía é Involución, y luego resultaba que ignoraban las áreas y los volúmenes; y yo recuerdo el de un aspirante que contestó satisfactoriamente á varias preguntas sobre las formas algebraicas, y no supo desarrollar la cuarta potencia de un trinomio, lo cual parece contradictorio. No insistiré sobre este punto, que he tratado recientemente en otra parte (2).

Cuando se suprimió la Escuela general preparatoria, en 1892,

(1) Véase el número 1.965.

(2) Véase *L'enseignement des Mathématiques en Espagne*, páginas 80 y siguientes.

se inició ya la reacción, y desde entonces, en todas las reformas que se han sucedido, se han ido introduciendo supresiones. En el próximo capítulo se estudiarán los programas actuales.

Ya he dicho que en esta enseñanza hay y ha habido siempre excelentes profesores. Alguna reserva he de hacer, sin embargo, acerca del sistema de reclutamiento de este profesorado, que, como sistema, es bastante defectuoso. Entran á formar parte de él jóvenes Ingenieros de distintos ramos, militares, principalmente de los llamados Cuerpos facultativos, y aun alumnos de nuestras Escuelas, muchas veces afectos á otros destinos y á otros trabajos, y que no pueden dedicar todo el tiempo y toda la atención que exige una clase elemental. Nadie puede poner en duda sus conocimientos, muy sobrados para el desempeño de estas clases. Pero á falta de la experiencia, que no puede tener el principiante, se requiere una preparación pedagógica, á la que se atiende mucho en el extranjero, especialmente en Alemania, donde se ha organizado una enseñanza práctica, y también en Inglaterra, en cuyas escuelas hay clases y cursos especiales para formar profesores, estudios muy importantes, sobre todo si se trata de la enseñanza elemental, y de esta preparación carecen forzosamente los profesores aludidos.

Oí decir en el Congreso de Cambridge á un profesor inglés que los profesores de Matemáticas elementales deberían ser siempre viejos. Aunque el consejo es poco práctico, y muy especialmente en la enseñanza de que tratamos habrán de predominar siempre los jóvenes, fácilmente adivinará el lector algunas de las razones en que se puede fundar esa afirmación, y no me detendré á discutirla, porque es inaplicable, lo repito.

Sin embargo, creo que los jóvenes profesores deberían, á ser posible, hacer sus primeros ensayos en las ramas más elevadas de las matemáticas, y no en los primeros elementos. Los errores debidos á la inexperiencia, que son inevitables, tienen mucha mayor trascendencia y causan mayores perjuicios á los principiantes que á los alumnos de las clases más adelantadas, y para el mismo profesor es más provechoso su trabajo, porque le obliga á un estudio más serio y le permite dominar más pronto todas las materias que más tarde pueda verse en el caso de enseñar, incluso las elementales. Creo que, como preparación para enseñar Algebra elemental, es más eficaz la enseñanza del Cálculo infinitesimal que la de la misma Algebra, y estas consideraciones deberían tenerse en cuenta cuando hay posibilidad de elegir. Pero todo esto resultará inútil cuando se llegue á plantear el sistema moderno, que consiste en que un mismo profesor se encargue de enseñar simultáneamente las diversas ramas de las matemáticas á un grupo de alumnos, como se practica ya en las escuelas inglesas.

Lo dicho respecto á la disposición de las clases en la segunda enseñanza y la necesidad de que los alumnos trabajen habitualmente en mesas dispuestas para escribir, calcar y dibujar, es evidentemente aplicable á la enseñanza de las Academias preparatorias.

Las Escuelas de Ingenieros tienen ya establecido en sus reglamentos el ejercicio escrito en los exámenes de ingreso, y tengo entendido que también se proponen adoptar este sistema las Academias militares.

Será una medida capaz, por sí sola, de elevar notablemente el nivel de los estudios matemáticos en España, si, como es de esperar, se establece la reforma con la debida preparación, y los Tribunales proceden con gran prudencia para que sea aceptada por el público. Si el ensayo llegara á fracasar por causas ajenas á sus condiciones intrínsecas, que son excelentes, perdurarían en la enseñanza matemática de España los viejos procedimientos desacreditados y justamente desechados en todas partes.

Consideraciones generales sobre la enseñanza elemental.

Si comparamos ahora esta enseñanza con la que ha sido recomendada en el capítulo primero, y reflexionamos acerca de su eficacia para alcanzar el fin que se debe proponer, á saber: «que cada individuo se forje por sí mismo los instrumentos necesarios para la investigación personal», habrá forzosamente que reconocer que en la actualidad son muy contados los españoles que en esta fase de sus estudios matemáticos reciben el tratamiento adecuado para desarrollar sus facultades intelectuales y para cultivar y excitar sus disposiciones para la invención.

Y no fueron más afortunadas en esto las generaciones precedentes. Ya se ha visto que, hace unos cuarenta años, la enseñanza matemática en España iba manifestamente rezagada respecto á la de Francia, y si retrocedemos más, pronto llegaremos, sin encontrar al paso ningún hecho culminante, á aquellos tiempos en que esta enseñanza se hallaba totalmente abandonada y en que eran considerados poco menos que como astrólogos ó nigromantes los pocos españoles capaces de interpretar una fórmula algebraica. La creación de nuestra Escuela con sus modestos estudios elementales del ingreso, tomados en serio por los Tribunales, dió lugar á la creación de algunas academias particulares donde se daba instrucción matemática á unas cuantas docenas de jóvenes trabajadores, y este hecho tan sencillo fué considerado como un prodigioso adelanto, como una mejora trascendental.

Los estudios matemáticos nunca han alcanzado en España una organización sólida, ni su enseñanza ha sido bien comprendida. Así se explica nuestra manifiesta esterilidad en el campo de esta ciencia, y la desproporción entre el trabajo de la juventud que se dedica á su estudio con el aprovechamiento que alcanza.

Porque no puede negarse que la juventud que aspira á nuestras escuelas especiales, academias militares é innumerables concursos y oposiciones, en los cuales, en mayor ó menor escala, se exigen conocimientos matemáticos, derrocha un gran caudal de trabajo con muy escaso fruto. Se trabaja mucho, pero se trabaja mal.

El remedio está en la adopción de los procedimientos del profesor Perry. El objeto que se propuso principalmente fué vulgarizar en Inglaterra los conocimientos matemáticos útiles, en vista del estado de postración en que se hallaba esta clase de enseñanza, porque la muy elevada de las Universidades, como la de Oxford y Cambridge, era patrimonio exclusivo de las clases privilegiadas. En América ocurría lo propio, y ya se ha visto que los métodos de Perry han sido acogidos con entusiasmo, y también los brillantes resultados que se han conseguido en muy pocos años en ambas naciones.

Nosotros tenemos aún mayores motivos que los ingleses y americanos para adoptar ese sistema.

Como carecemos de una tradición digna de respeto, estamos en el caso de importar lo más apropiado á nuestra situación. Sería locura pretender colocarnos de un salto al nivel de Francia y de Alemania, cuya envidiable situación es fruto de un trabajo lento y bien dirigido durante muchas generaciones.

Por otra parte, no corremos el mismo riesgo que Inglaterra y los Estados Unidos cuando adoptaron estos procedimientos, puesto que los ingleses y americanos, al precedernos, nos han enseñado el camino, y su experiencia nos garantiza los resultados.

Y finalmente, no presenta más dificultades que las que oponga el apego á la rutina, porque se trata precisamente de procedimientos populares, como que su objeto es la vulgarización.

No teman los rigoristas que procediendo así lleguen, los que

aspiran á ser matemáticos, á carecer de una base bastante científica. Si quieren convencerse de ello, tómense la molestia de examinar los programas de matemáticas del Real Colegio Científico de Londres, que he dado á conocer en el capítulo IV, y vean, teniendo en cuenta la formalidad y veracidad de los testimonios de los ingleses, si es bajo el nivel de cultura matemática que alcanzan los que llegan á poseer el diploma de asociado al Colegio Imperial, con cuatro años de estudio, en la sección de Matemáticas y Mecánica. Traduciendo ese título al verdadero castellano, se debe sin duda alguna llamar Doctores á los que lo poseen, y, sin embargo, la base de su edificio científico es el modesto programa elemental del profesor Perry.

La enseñanza superior.

He tratado con alguna extensión de la enseñanza elemental, y respecto á la superior, me concretaré á estudiarla especialmente en la Escuela de Caminos, á la que dedico el último capítulo.

Me fundo para ello en varias razones. Las enseñanzas elementales que he examinado, influyen directamente en los estudios de nuestra Escuela, mientras que los estudios superiores de las Universidades y de las demás escuelas son completamente independientes de los nuestros.

Además, estimo que los procedimientos pedagógicos tienen una influencia mucho mayor en los estudios elementales que en los superiores. Un alumno bien preparado en la parte elemental, puede aprovechar en los estudios superiores, aun siendo defectuosos los procedimientos de enseñanza. Los buenos hábitos contraídos pueden bastarle para corregir por sí mismo esos defectos.

Pero es de todo punto imposible que un alumno ignorante de la parte elemental, dé un solo paso en los estudios superiores. Al que se halle en este caso, no le queda otro recurso que volver á estudiar la parte elemental, y muchas veces corrigiendo errores y desarraigando vicios. Es el caso de un edificio cuya construcción va adelantada y se reconoce que el cimiento es endeble. Hay que reforzarle, y ya se sabe que esta clase de obras son costosas y muy difíciles, y su resultado, rara vez tan satisfactorio como cuando el cimiento ha sido construido con la debida robustez en sazón oportuna.

Es inútil pretender que alcancen los estudios superiores un estado floreciente, mientras no se corrijan los defectos de la enseñanza elemental. Hay que reconstruir el edificio empezando por el cimiento, y mientras no se mejore la enseñanza elemental, en el árido campo de la Matemática española se seguirán cosechando los mismos menguados frutos que hasta ahora.

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ESTUDIOS MATEMÁTICOS EN LA ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS Y REFORMAS DE QUE SON SUSCEPTIBLES

Comparación de nuestro plan de estudios con los de las escuelas inglesas.

Si se examina nuestro plan general de estudios y se compara con los que han sido estudiados en los precedentes capítulos, llaman poderosamente la atención algunas diferencias esenciales y muy profundas.

En todos los planes ingleses es de rigor la simultaneidad de estos tres órdenes de estudios, á saber:

- 1.º Matemáticas puras.
- 2.º Estudios científicos (físicos, químicos y mecánicos), y
- 3.º Aplicaciones á la Ingeniería.

En nuestro plan, estos tres órdenes de estudios figuran sucesivamente, siendo, sobre todo, muy marcada la separación entre las Matemáticas puras y las otras dos secciones. Las Matemáticas puras se hallan en la base de los estudios de la Escuela, completamente aisladas é independientes de las demás materias, hasta tal punto, que á primera vista parece imposible que, al estudiarlas, se puedan hacer los ejercicios de aplicación á la Física y á la Mecánica, que con tanta razón se recomiendan. En la segunda etapa ya aparece alguna simultaneidad entre las materias científicas y los estudios generales de Ingeniería. Las especialidades se encuentran acumuladas en los dos últimos años, y al llegar á esta última fase, resulta que, en varios años, no se han hecho otros estudios matemáticos que las aplicaciones accidentales.

El lector que se haya penetrado bien de las razones en que se funda el estudio paralelo de los tres grupos de estudios, fácilmente se dará cuenta de la inferioridad de nuestro plan. Nuestros alumnos invierten tres años, y á veces cuatro, en la contemplación de puras abstracciones, sin vislumbrar su finalidad, é ignorando por completo la naturaleza de las ocupaciones profesionales á que se han de dedicar en lo porvenir. De esto, sólo se dan cuenta imperfectamente en los últimos años, de suerte que no pueden averiguar si han acertado ó errado su vocación, sino cuando la cosa ya no tiene remedio.

Que este sistema es menos adecuado para aprovechar en los estudios que el de simultaneizar todas las materias, no lo dice sólo el profesor Perry, á quien tal vez pudieran algunos tachar de exagerado. Recuérdese un párrafo de M. Laisant que he citado, en el cual este competentísimo pedagogo afirma que aprovechan más tres años de estudios simultaneando las diversas materias que diez dedicados á estudiarlas sucesivamente; y esta opinión es hoy general. Así se explica que se llegue á estudiar en Inglaterra en cuatro años, lo que aquí exige seis ó siete.

Hay que reconocer, sin embargo, que algunas cosas que se practican en Inglaterra deben considerarse en España como enteramente irrealizables. Recuérdese á este propósito la recomendación de la Comisión presidida por Mr. Wite relativa á las prácticas en una fábrica durante un año, antes de comenzar los estudios.

La idea fué aprobada unánimemente por muchos Ingenieros muy competentes, y no se puede poner en duda su excelencia. Pero, si la Comisión preveía dificultades para implantarla en Inglaterra, ¿júzguese de las que se opondrían á su adopción en España! Puede considerarse esto como absolutamente imposible.

Los planes de estudios de las escuelas inglesas prueban asimismo la posibilidad de reducir la duración de los estudios sin merma, antes bien, con aumento en el aprovechamiento (1)

Pero esto exigiría la adopción de todos los procedimientos que allí se emplean, la organización de laboratorios y talleres donde los alumnos pudieran dedicarse á trabajos individuales, un cambio radical en las disposiciones del edificio, en la organización del personal docente y auxiliar, en las costumbres y tantas otras cosas, que una transformación brusca é inmediata debe ser considerada como sueño irrealizable.

Considerada así la cuestión, no se trataría ya de una reforma, sino de la destrucción de todo lo existente para crearlo de nuevo.

No considero procedente examinar el problema con tan grande amplitud, abarcando el conjunto de los estudios del Ingeniero,

(1) Hablamos de la duración de los estudios y no de la formación completa del Ingeniero, pues ya se recordará que en Inglaterra se exigen, además, tres ó cuatro años de práctica.

lo cual, como ya se ve, se presenta erizado de dificultades insuperables.

Me habré de ceñir al estudio concreto de mi tesis, que se limita á la enseñanza matemática, en el supuesto de que se conserve la disposición que hoy rige de estudiar las matemáticas puras antes del ingreso y en el curso preparatorio. Planteada así la cuestión, se verá que, aun sin cambiar en lo fundamental la actual organización de los estudios, cabe introducir en la enseñanza de las Matemáticas algunas mejoras de importancia, conformes con las modernas tendencias pedagógicas, las cuales no dejarán de ejercer una influencia beneficiosa en todos los demás estudios.

Prescindiré de la Mecánica, cuyo estudio, desde hace mucho tiempo, ha correspondido á la escuela; nada hay que observar acerca de su organización, que es adecuada á nuestras necesidades; su desarrollo se armoniza con el de las aplicaciones y otras materias similares, y aun por su naturaleza, puede considerarse que forma parte de los estudios de aplicación.

Trataré, sucesivamente, de la Geometría descriptiva y del Cálculo infinitesimal, que se estudian en el curso preparatorio, y de todos los estudios matemáticos exigidos para el ingreso en dicho curso.

La Geometría descriptiva:

Ya se ha visto el carácter que tiene este estudio en las escuelas inglesas, y en el capítulo segundo he dado á conocer un párrafo del discurso del profesor Perry en la Asamblea de Glasgow, que es una acerba censura de los cursos, excesivamente extensos, de Geometría descriptiva y otras materias semejantes.

Un conjunto de circunstancias, entre las cuales debe contarse como una de las principales el haberse considerado esta asignatura como piedra de toque para la admisión en la escuela, ha dado por resultado que esta enseñanza haya adquirido todos los defectos justamente censurados por el profesor Perry. Es muy cierto que, como lo afirma este profesor, los principios fundamentales y sus aplicaciones á los problemas y construcciones elementales pueden ser expuestos y perfectamente dominados por los alumnos de inteligencia media en pocas semanas. Mas como siempre se ha dicho que la Geometría descriptiva es el lenguaje del Ingeniero, se ha pretendido que es necesario ejercitarse mucho en aquellas construcciones geométricas, y para ello se han dispuesto cursos largos con gran número de lecciones, que se invierten en resolver problemas geométricos complicados, no en su esencia, sino artificialmente, por la acumulación de un gran número de construcciones elementales sencillas en la misma figura, ó buscando combinaciones especiales de los datos para conseguir ese género de complejidad.

Bien puede asegurarse que esta clase de dificultades no se encuentran jamás en la práctica de ninguna profesión, ni siquiera en el estudio científico y elevado de la misma Geometría descriptiva, como la interpreta el ilustre catedrático D. Eduardo Torroja, sino que hay que buscarlas deliberadamente para encontrarlas.

Pues en esta tarea tan poco provechosa han invertido dos años muchos de nuestros alumnos. Preferible hubiera sido, sin duda, que hubieran empleado ese tiempo en aprender algo de Geometría moderna y en aplicar los procedimientos de la Geometría descriptiva á problemas de carácter más elevado, siguiendo la marcha indicada por el Sr. Torroja; pero esto no quiere decir que yo recomiende esos estudios á los que aspiran á ser Ingenieros.

Consiste esto, á mi modo de ver, en que se ha dado una interpretación errónea al aforismo citado «la Geometría descriptiva es el lenguaje del Ingeniero». Esto es verdad, pero también lo es que esa lengua tiene varios dialectos, y que aun tratándose de una misma lengua, ésta puede ser estudiada desde puntos de vista muy distintos. Castellano habla el pueblo español y castellano aprende el sabio hispanófilo alemán, que estudia nuestra literatura del siglo de oro. Pero al extranjero que quiera aprender nuestra lengua para estudiar las costumbres populares de España, mucho más le aprovechará mezclarse con el pueblo que seguir los procedimientos del sabio alemán.

Con estos pueden ser comparados los procedimientos del señor Torroja, muy útiles para la alta especulación geométrica.

El Ingeniero necesita hablar el lenguaje popular de la Geometría descriptiva. Debe utilizarla para dibujar plantas, alzados y cortes de edificios, obras metálicas, de fábrica, de hormigón armado, máquinas de todas clases, grúas, andamios, etc., etc., con todo lo necesario para definir sus formas geométricas; debe familiarizarse con el uso de las escalas más convenientes para la representación de los detalles, con el trazado de plantillas y dibujos de monte en tamaño natural para la ejecución, etc., etc.

En cuanto al término medio que se ha seguido en nuestra Escuela y en otras muchas, no se ve bien en qué género de aplicaciones se pueda aprovechar.

Deben ser abandonados los ejercicios puramente geométricos complicados y sustituidos por los que se han indicado. No se diga que el alumno no conoce todavía esos objetos. Para dibujar una grúa, cuyo modelo tiene á la vista, no necesita saber idearla, ni calcular las secciones de sus piezas, ni necesita conocer su teoría mecánica, ni las propiedades de los materiales de que se compone.

Basta que el profesor le dé una idea de su objeto, y le haga ver, al principio, qué dibujos se necesitan para definir sus formas, para que el alumno pueda tomar directamente las medidas necesarias é inscribirlas en croquis acotados; y después de examinado detenidamente el objeto, con el auxilio de los croquis puede hacer los dibujos completos, como si se tratase de un proyecto. Si se trata de una máquina, bastará indicarle su objeto y su modo de funcionar, lo cual está perfectamente á su alcance; para que pueda dibujarla completamente con las plantas, alzados, cortes y detalles necesarios, todo cuidadosamente acotado y ejecutado con limpieza y pulcritud.

Esta clase de ejercicios sobre la Geometría descriptiva, tienen además la ventaja de sacar al alumno de sus constantes abstracciones, poniéndole en contacto con la realidad, y de darle una idea más aproximada de sus futuras ocupaciones, fomentando sus aficiones á los trabajos propios de la profesión.

En estos ejercicios puede también aprovecharse la circunstancia favorable de figurar en el mismo año el estudio de la Física, que también puede proporcionar materia adecuada para aquéllos.

Convendrá que se enseñen los ensamblajes inmediatamente después de la parte doctrinal de la Geometría descriptiva, para que los alumnos, en sus ejercicios, no tropiecen con dificultades en el estudio de las figuras de detalle.

(Continuará.)

