

LA CARRERA DE INGENIERO CIVIL

EN EL PROYECTO DE PLAN DE ENSEÑANZA. (1)

El proyecto de plan de enseñanza jeneral i universitaria que el Ministro del ramo ha elevado a la sancion de las Cámaras, es hoi el tema de todas las conversaciones, i lo será mañana de las mas ardientes polémicas, porque no hai nada que interese mas al hombre, nada en que tanto se choquen las mas ardientes convicciones, como en el gran problema de la educacion. Para nosotros como profesionales, reviste el proyecto una gran importancia desde varios puntos de vista.

Se trata de dar a la enseñanza jeneral un carácter técnico, en contraposicion al carácter literario que hasta ahora ha tenido, i no podemos sino alegrarnos de que tambien se eduque a las jeneraciones futuras en la admiracion de las grandes obras de la técnica moderna que han hecho la civilizacion actual, i no en la sola admiracion de las ideas filosóficas, de los autores clásicos i de la especulacion científica, que no hubieran subsistido sin el adelanto material que las ha ido precediendo.

Pero hai algo que nos interesa mas de cerca como miembros de este Centro Nacional de Ingenieros, i es que el proyecto de enseñanza fija tambien la que se ha de dar al ingeniero civil, mecánico, arquitecto i agrimensor, es decir, a los hombres en cuyas manos han de estar mañana los destinos de esta asociacion fundada con tantos trabajos i sinsabores, sostenida con tanto desinteres i llamada a prestar

(1) Conferencia dada en el "Centro Nacional de Ingenieros" de Buenos Aires, el 26 de Junio de 1899 por el ingeniero civil, señor José Romagosa.

importantes servicios al país en la óra de la organizacion económica que empieza a dibujarse, i en la que hemos de entrar de lleno en los albores del siglo XX.

No es mi objeto entrar a estudiar en su esencia i en su forma el nuevo plan de enseñanza, pero sí diré que los propósitos que se han tenido en vista al redactarlo son elevados, i acusan un profundo conocimiento de las necesidades reales del país i de los problemas que hemos de afrontar en un porvenir mui cercano. Así como el siglo que termina ha sido para nosotros el siglo de la revolucion, de la nacionalidad i de la organizacion política, el que vamos a empezar será el siglo de la lucha por la existencia, en el campo de la produccion i de la industria.

Penetrado de esta verdad, el P. E. tiende a aprovechar estos años de paz i relativa tranquilidad que tenemos por delante, en allegar i disciplinar las fuerzas intelectuales, en alejarlas del falso rumbo en que se encuentran i en dirijirlas al trabajo productivo, a fin de que puedan luchar con éxito en la defensa de las condiciones de existencia material de la nacion.

Ántes de entrar en materia, detengámonos siquiera un momento a considerar las ideas fundamentales del plan i los propósitos que con él se persiguen.

En el mensaje del P. E. están espresados con innegable talento i con un profundo conocimiento de la ciencia social los principios científicos de la educacion moderna. No contrariar a la naturaleza, sino ayudarla en el desenvolvimiento mental del individuo, es el principio sociológico en que se funda el plan jeneral. Los métodos rutinarios están en contradiccion con la lei de la evolucion segun la cual el espíritu del individuo tiende a desenvolverse en el mismo órden en que se ha desenvuelto el espíritu de la humanidad. A esta lei ineludible de la naturaleza ha tratado el doctor Magnasco de subordinar su plan jeneral, pues, como lo dice bien claro en su mensaje, la administracion ordenada de la educacion se ha de hacer siguiendo siempre tan paralelamente como sea posible el órden i los métodos de la naturaleza.

Esto en cuanto al método de la enseñanza, o al orden en que se han de administrar los conocimientos.

En cuanto a su calidad i estension, el doctor Magnasco aplica el principio de la utilidad relativa de los conocimientos. En este sentido su propósito es *desechar del plan—i, portanto, de sus programas que son su reglamentación—todo conocimiento abstracto cuyas virtudes de aplicacion no sean una necesidad bien comprobada, o que no concorra a disciplinar la intelijencia o estimular el sentimiento.... La estension teórica de los estudios—dice mas adelante el doctor Magnasco—quedará considerablemente reducida, pues deberá ser circunscrita, en lo profesional, a una instruccion sobria, sin esas frondosidades científicas que por el auxilio remoto que puedan prestar ulteriormente al ahmno, corresponden mas bien a un sistema de cultura superior.*

Aceptando de lleno los principios educativos que se esponen en el mensaje i los propósitos que se persiguen, principios i propósitos que son incontrovertibles en el terreno científico i desde el punto de vista de las necesidades del país, el objeto que nos proponemos es estudiar si el plan de ingeniería civil que se incluye en el proyecto llena los propósitos del P. E., i si está basado, en cuanto a orden distributivo de materias, sobre esas leyes ineludibles del desenvolvimiento mental que se consignan en el mensaje.

Es decir, vamos a ver si las materias están distribuidas en el orden natural, o sea en el orden en que la humanidad ha ido adquiriendo los conocimientos; i si los ramos que comprende la enseñanza de la ingeniería civil son todos de necesidad bien comprobada, ya como disciplina mental, ya como aplicacion práctica.

Cuando se examina un plan de estudios, lo mismo que cuando se discute un sistema de educacion, lo importante es conocer el valor relativo de cada ciencia. Seria pueril estraviarnos en alambicadas discusiones sobre la utilidad intrínseca de un conocimiento; hai que averiguar, no si tal ciencia es útil en sí, sino si es mas o ménos útil que otra ciencia que reclama tambien nuestra atencion. Hai que pre-

guntarse hasta qué punto compensa una instrucción el tiempo empleado en adquirirla; hai que averiguar si no hai cosas cuyo conocimiento seria mas importante, i a las cuales seria preferible consagrar este mismo tiempo. Como observa Spencer, el individuo que conociera las distancias existentes entre todas las poblaciones de Inglaterra podria talvez sacar partido en el curso de su vida, de los mil hechos que habria aprendido como si, por ejemplo, necesitaba algun dia preparar un plan de viaje; pero, es preciso convenir, agrega, que el beneficio no seria proporcionado al esfuerzo. (2) El ingeniero civil puede a veces tener necesidad de conocer la composicion química de un cuerpo, al hacer, por ejemplo, un estudio de abastecimiento de agua potable, pero éste no es suficiente motivo para que se engolfe en estudios de química analítica, pues con mandar las muestras a un químico satisfará su necesidad mucho mejor que si él mismo practicara el análisis.

Hai que convenir tambien que en este caso, como en otros semejantes, el beneficio no seria proporcionado al esfuerzo.

Para proceder con método, conviene ántes de pasar a determinar el valor relativo de los varios conocimientos que se incluyen en el plan de enseñanza de ingeniería civil, fijar previamente el concepto de nuestra profesion. ¿Existe este concepto en el pais? Después de madura reflexion puedo contestar que nó. No existe en las esferas oficiales, ni en la sociedad, ni de una manera bien definida en el cuerpo académico de las Facultades. I no existe, porque el falso rumbo que se ha impreso siempre a la educacion nacional, no ha permitido que se forme dicho concepto. No existe a causa del

(2) Se consideraria con razon como absurdo el proponer a un jóven semejantes nociones, en vez de excitarle a aprender otras cosas mucho mas útiles. Si dispusiéramos de tiempo bastante para abarcar todas las ciencias, nos seria permitido no elegir. Pero, puesto que la existencia es breve, no debemos olvidar el corto tiempo de que nos es dado disponer para instruirnos, tiempo que limitan todavía las mil ocupaciones de la vida, siendo preciso, por lo tanto, ver la manera de emplearlo mas ventajosamente. Ántes de dedicar tantos años a aprender lo que dictan la moda o el capricho, ¿no seria prudente comparar los resultados que así se obtienen con los que se lograrían empleando los mismos años de otro modo? (SPENCER. *De la Educacion*, página 14).

oríjen bastardo de nuestras escuelas de ingeniería (3), i porque se ha procedido a crear las Facultades de ciencias contra las leyes de la evolucion social. En efecto, si la ciencia sociológica nos prueba que la humanidad ha procedido siempre de lo concreto a lo abstracto, de lo empírico a lo racional, de lo indefinido a lo definido, de lo simple a lo compuesto, nosotros hemos pretendido seguir un camino opuesto, i hemos empezado por cultivar las ciencias exactas i naturales en una época en que la Nacion necesitaba de la aplicacion de esos conocimientos, i no se su adelanto; en que no necesitábamos matemáticos, sino ingenieros prácticos; en que no necesitábamos sabios, sino hombres de energía i de accion en el campo científico.

¿I cuál ha sido el resultado? Que careciendo las Facultades de ciencias exactas, físicas i naturales de alumnos para las carreras del doctorado que pomposamente figuran en sus planes de estudios, han obligado a los estudiantes de ingeniería, con pretestos fútiles, a asistir a ciertas clases que de otro modo hubieran quedado desiertas. La instruccion de los diez o veinte doctores en ciencias que las dos Facultades Nacionales han fabricado a costa de los estudiantes de ingeniería, ha minado por su base la enseñanza profesio-

(3) Las Facultades de ciencias exactas han degenerado de su naturaleza al convertirse en Escuelas de Ingeniería.

El oríjen natural i propio de una escuela de ingenieros es la escuela industrial, i no una Facultad de ciencias exactas; pues la especulacion científica no prospera sino en el grado mas alto de la cultura de las naciones. Mui otro es el oríjen de las escuelas técnicas de Alemania, i mui diferente tambien su desarrollo i progreso, del cual dice Riedler que la historia de las Universidades no podría presentar un solo ejemplo semejante. Estas escuelas han nacido de las Academias de construcciones (Bau-Akademien), las que a su vez surjieron de las modestas escuelas industriales (Gewerbeschulen). En estos 10 últimos años, las escuelas de ingeniería han cuadruplicado el número de alumnos, i la afluencia aumenta de tal modo que algunas de ellas, como la de Berlin, ha tenido que cerrar sus puertas a los extranjeros, por falta absoluta de espacio. En el año 1898, tenian estas escuelas 11,000 alumnos, i el Gobierno Prusiano se ha visto precisado a fundar dos mas. Actualmente se piensa en incorporar las a las Universidades, pero los mas reputados profesores e ingenieros alemanes se oponen enérgicamente a que se injerten estas escuelas al tronco añoso i sin sabia de la *Universitas litterarum*, que se consume defendiendo el cetro de la aristocracia intelectual, i cultivando las ciencias puras, sin contribuir en nada a las resoluciones de los problemas nacionales i económicos.

nal, ha obligado a cortar la carrera a jóvenes de talento que se estrellaban contra la infranqueable barrera de ciencia abstracta que le presentaban en los primeros años, i ha creado el concepto erróneo de la profesion que hoy existe en el país. Mientras las demás carreras liberales están en íntima comunicacion con la sociedad i con el Estado, nuestra ciencia se encuentra reñida con el mundo real. El ingeniero civil es un ser incomprendible para nuestra sociedad; mitad sabio, mitad albañil o herrero, unos lo consideran como un pozo de ciencia abstracta i lo confunden con el matemático, otros lo llaman media cuchara con desprecio o cuando mas le hacen el honor de concederle el título de constructor.

En el orden nacional, el ingeniero está desempeñando el mismo papel que el albañil en el orden doméstico. Si a éste se le exige que haga sus obras con arreglo a las necesidades individuales mal comprendidas i en contra de las reglas mas elementales de la arquitectura i de la higiene; al ingeniero argentino se le ha exigido repetidas veces que proyecte las obras públicas con prescindencia de las reglas científicas i de la economía nacional, o que se ajuste a los caprichos de los hombres de la política, o que mire impasible los desatinos de los especialistas que contrata la nacion en el extranjero, i fracasan en nuestro país, no por falta de conocimientos profesionales, sino porque ignoran las condiciones físicas, económicas i sociales de la nacion.

Se cree que la profesion de ingeniero es un *fin*, i se desconoce que no es mas que un *medio* para resolver los grandes *problemas económicos*.

Divorciar la profesion de la vida, separar el trabajo técnico de su aplicacion económica es reducir la profesion a un oficio, i para esto no vale la pena de estudiar tantos años.

Cuando el doctor Magnasco dice en su mensaje que la alta ciencia política no es exclusiva del médico, del abogado o del ingeniero, le reconoce cuando ménos a éste el derecho de saberla. Pero cuando en el Congreso Argentino se dice que el trazado de un ferrocarril es un problema que corresponde resolver al lejislador i no al ingeniero,

hai que convenir en que se desconoce el concepto de nuestra profesion, pues en nuestra sociedad legislador i abogado han significado siempre una misma cosa. Cuando la Corte Federal de Berlin falla, no hace dos meses, un libjio sobre hurto de electricidad absolviendo al ladron, diciendo que este hecho no es punible, por cuanto el Código Penal no conceptúa como hurto sino la apropiacion contra la voluntad de su dueño de una cosa mueble, i la electricidad no es cosa, sino un estado de las cosas hai que suponer que los legisladores de ese Código Penal habrán dicho tambien: los códigos los hace el legislador i no el ingeniero, entendiendo por legislador única i exclusivamente al abogado. I de allí el desatino de que siendo la electricidad un estado de las cosas, se pueda hurtar impunemente.

No siendo nuestra profesion un *fin*, como no lo es, sino un *medio* para resolver los problemas económicos, los conocimientos del ingeniero no deben reducirse a las construcciones únicamente, sino que han de comprender tambien la base científica de las construcciones i los fines económicos de las obras. Así, pues, la instruccion armónica del ingeniero requiere tres órdenes de conocimientos, a saber:

- 1.º conocimientos fundamentales.
- 2.º „ „ profesionales.
- 3.º „ „ finales.

El primer orden no es solamente disciplina mental, sino que enseña al ingeniero a determinar las justas proporciones de una obra, a emplear los materiales mas adecuados en cantidad estrictamente necesaria y suficiente para que todas las partes resistan a los esfuerzos a que se han de hallar sometidas; el segundo le enseña la disposicion i construccion de las obras, en forma tal que se *realicen* las hipótesis que le han servido de base para el cálculo de la estabilidad; el tercero, la manera de adaptar su obra a las necesidades de la sociedad i del Estado. El primer orden es *ciencia*; el segundo *arte*; el tercero *economía*.

El que sólo sabe determinar las dimensiones de las diversas partes de una obra, es un *calculista*; el que sólo sabe disponer el trabajo i ejecutar o dirigir la construccion, es un *constructor* o un *arte-*

sano; el que sólo sabe determinar la conveniencia económica de una obra es un hombre de *gobierno* o un hombre de *negocios*, según que se trate de una obra del Estado o de una obra particular; pero sólo el que posea en su justa proporción estos tres órdenes de conocimientos i los sepa aplicar a la obra en cuestión, será un ingeniero civil en el concepto amplio i honroso de la palabra.

Fijado así el concepto de la profesión, veamos ahora cuál de estos tres órdenes de conocimientos es el mas importante para el ingeniero. Cae dentro de lo humano que cada uno de nosotros considere como lo mas importante de la profesión aquel orden de conocimientos a que se ha dedicado con preferencia. Sin embargo, con un poco de observación imparcial se llega al convencimiento de que los tres son imprescindibles para el ingeniero, primando naturalmente los profesionales, sin los cuales no existiría la profesión. Muchas veces hemos oído decir que tal o cual colega no merece la fama de que goza porque no sabría, llegado el caso, integrar una función elíptica o calcular una bóveda según las nuevas teorías de la elasticidad; se admiran otros de que un hombre que no sabría disponer una ensambladura o trazar un muro esté conceptuado como buen ingeniero. Para los mas esto no es sino el poder de las influencias sociales; pero otros deducen de estos hechos que resolver ecuaciones, colocar rieles, trazar un camino, no es el fin objetivo de nuestra profesión; que hai un algo mas allá que todavía no hemos comprendido o definido bien, i que, sin embargo, todos lo practicamos siquiera sea de un modo empírico e imperfecto. La ingeniería civil es una carrera esencialmente nacional, mucho mas nacional que la carrera de abogado, i tan nacional quizás como la carrera de las armas. I la prueba de ello es que todas las naciones europeas tienen establecido su cuerpo de ingenieros sobre una base semejante al del ejército i de la armada. Uno de nosotros puede ejercer en Francia i en Alemania como constructor; pero como ingeniero civil no puede tener ninguna intervención en las obras públicas de aquellos países, por mas competencia técnica que posea. El especialista extranjero en aquellas naciones tiene que estar siempre bajo la dirección del cuerpo nacional

de ingenieros, no desempeña sino un papel consultivo; no de otra manera Guérard, una de las primeras autoridades en materia de puertos, ha sido agregado a la Comision de Estudios del puerto de Montevideo, pero el Gobierno uruguayo no le ha encomendado a ciegas la direccion i construccion de una obra de la mas alta importancia nacional. Una obra de ingeniería, irreprochable desde el punto de vista constructivo, puede en un caso desarrollar enormemente el poder económico de la nacion, i en otro caso puede paralizarlo. Una obra, admirable como construccion, puede en un caso estar bien, i en otro estar mal. El puerto de Buenos Aires, irreprochable desde el punto de vista de la construccion, estaria mui bien en las costas de Inglaterra, pero está mal en las riberas del rio de la Plata.

A nadie se le ha ocurrido que se deba contratar un jurisconsulto europeo, por mas notable que sea, para interpretar nuestras leyes o redactar nuestros Códigos; pero el gobierno contrata especialistas europeos para construir nuestras obras públicas, i les encomienda la direccion de ellas. Lo primero se consideraria un absurdo; lo segundo parece lójico. El caso, sin embargo, es el mismo; i las grandes celebridades europeas fracasan en nuestro pais, no por falta de conocimientos profesionales, como algunos creen, sino por defecto de conocimientos fundamentales, i por carencia absoluta de conocimientos finales. ¿Qué conocimientos nuevos aportan estos especialistas al pais? Los profesionales únicamente; pues en cuanto a los fundamentales, ni conocen nuestros materiales de construccion, ni conocen la condiciones naturales del pais, ni son aplicables a veces muchos de los otros conocimientos fundamentales que poseen, como, por ejemplo, la *hidráulica* a nuestros rios; i en cuanto a los finales, no conocen nuestra modalidad, ignoran las condiciones económicas, políticas i sociales del pais, desconocen la situacion financiera, i proyectan sus obras como si estuviesen en Europa. Estos señores no saben de nosotros mas que como pueblo somos vanidosos, i como ingenieros no ejercemos ninguna influencia en la marcha del pais. Entran a Buenos Aires elogiando hasta nuestros defectos i flaquezas, i se vanaglorian de que el Gobierno les entregue los altos intereses

del Estado escluyendo al ingeniero nacional de toda intromision en el asunto.

Pasando ahora a estudiar con mayor detalle el valor relativo de las diversas ciencias o ramos que abarca cada uno de los órdenes de conocimientos enumerados, la dificultad aumenta, el problema se complica, pero siempre es posible llegar a conclusiones bastante concretas.

El criterio de evaluacion que hemos de aplicar en el primer orden de conocimientos es el de la utilidad inmediata, ya como aplicacion, ya como disciplina mental; i para los demas el de las necesidades bien comprobadas del pais i de la profesion.

Siendo el plan adoptado por el Ministerio casi igual en el fondo i en la forma al que actualmente rige en la Facultad de Buenos Aires, i como éste nos presenta mayores elementos de análisis, suponiendo que logre triunfar tambien en materia de programas el mismo espíritu conservador i especulativo que hoy domina en el cuerpo académico de esta Facultad, nos parece indicado analizar este último plan i sacar así conclusiones que nos den una base científica i racional que pueda servir en cualquier tiempo para redactar los planes definitivos de las diversas carreras.

Para abarcar de una ojeada el actual plan de estudios, conviene clasificar los ramos que comprende, i agruparlos en disciplinas mas o ménos en la forma siguiente:

Matemáticas incl. Mecánica racional: (Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría, Cosmografía, Álgebra superior, Geometría analítica, Geometría proyectiva i descriptiva 1.º i 2.º curso, Introduccion al cálculo i a la Mecánica racional, Cálculo infinitesimal, Mecánica racional).

Mecánica aplicada (Estática gráfica, Resistencia de materiales, Hidráulica, Teoría de la elasticidad).

Química (Complementos, Química analítica i aplicada 1.º i 2.º curso).

Física (Complementos, Física industrial 1.º i 2.º curso).

Arquitectura (Construcciones 1.^{er} curso, Arquitectura 1.^o i 2.^o curso).

Dibujo (Dibujo lineal, Lavado de planos).

Topografía (Topografía i Jeodesia).

Vías de comunicacion i trasportes. (Puentes, Caminos, Túneles, Ferrocarriles, Puertos i Canales.

Construccion de máquinas. (Mecanismos, Construccion de máquinas).

Mineralojía i Jeolojía. (Un curso).

En los seis años de la Facultad se dan 160 horas semanales de clases, distribuidas del modo siguiente:

1. ^a	Disciplina, Matemáticas incl., Mecánica racional.....	34
2. ^a	„ Mecánica aplicada.....	24
3. ^a	„ Química.....	13
4. ^a	„ Física (incl. Electrotécnica).....	9
5. ^a	„ Mineralojía i Jeolojía.....	3
6. ^a	„ Vías de comunicacion i transporte.....	30 (4)
7. ^a	„ Topografía.....	8
8. ^a	„ Arquitectura.....	15
9. ^a	„ Construccion de máquinas.....	12
10. ^a	„ Dibujo.....	12

(4) Por esta esposicion se vé que los conocimientos profesionales del ingeniero civil que sale de nuestras Facultades, se reducen, en último término, a las vías de comunicacion i transporte.

Sin embargo, el problema de las comunicaciones no es el único que urge resolver en el orden nacional. Quizas es en el que ménos queda por hacer. En cambio, hai que aumentar la produccion i mejorar las condiciones hijiénicas de la República a fin de propender al crecimiento vejetativo del interior. Hé aquí dos problemas económicos de la mayor importancia nacional que incumben al ingeniero civil: uno es el riego i aprovechamiento de las aguas para los fines agrícolas, i otro la salubrificacion de las campañas i ciudades del interior. Para ninguno de los dos preparan las Facultades de ciencias al ingeniero. Por este motivo, el Gobierno Nacional está desconociendo nuestros diplomas. El Ministro de Obras Públicas acaba de exigir a los ingenieros diplomados que están al servicio de las Obras de Salubridad que rindan exámen de varias materias de ingeniería sanitaria. Los que no han querido sujetarse a esta exigencia se han visto obligados a presentar su renuncia; sin embargo, el diploma que acuerdan las Facultades de ciencias habilita a ejercer la profesion de ingeniero civil sin ninguna restriccion.

Si la Facultad espide diplomas por delegacion del Gobierno, ¿por qué éste no los

Empezando el análisis por los conocimientos fundamentales, tenemos que la disciplina a que el alumno dedica mas tiempo son las *matemáticas*.

Ya se vé que los ingenieros hemos tenido que pagar bien caro el tutelaje que nos ha dispensado la Facultad de ciencias exactas (5).

reconoce? O si el Gobierno comprende que la instruccion dada al ingeniero civil es deficiente i necesita cerciorarse de que poseen ciertos conocimientos que no figuran en el plan de las Facultades de Córdoba i Buenos Aires, ¿por qué no agrega esos ramos al proyecto de Plan de Enseñanza que eleva a las Cámaras? ¿O por qué no se dice al diplomado: su diploma no habilita a usted para construir cloacas, aguas corrientes, hacer estudios i ejecutar obras de riego, de embalse, de desagües, etc., o a ser empleado en las oficinas de obras públicas de las Municipalidades? Pues la ingeniería municipal tampoco se enseña en nuestras Facultades. El que quiera saber qué conocimientos necesita un ingeniero municipal para desempeñar su puesto con conciencia, lea el primer capítulo de la obra: *The Municipal and Sanitary Engineer's Hand-book*, por Percy Boulnois, ingeniero municipal de la ciudad de Liverpool, i encontrará un gran número de conocimientos que no se dan en ninguna de las Facultades.

Del mismo modo, en el Plan de Estudios de ingeniería mecánica, no figura un ramo de la mas alta importancia nacional, cual es la maquinaria agrícola.

En vez de enseñar al alumno la teoría mecánica del calor que, como dice Riedler no ha hecho mas que introducir numerosos errores en la construccion de las máquinas de vapor, sin que a ella se deba ningun adelanto electivo, ¿no seria mas útil i mas nacional, enseñarle las máquinas agrícolas i el aprovechamiento de las caidas de agua para los fines industriales?

(5) Siempre que hablo del *excesivo estudio de las matemáticas* me refiero únicamente al tiempo empleado, i no a los resultados prácticos obtenidos como han entendido algunos colegas de la Facultad de Buenos Aires, quienes me han manifestado no estar de acuerdo conmigo en este punto, por cuanto los alumnos llegan a los últimos años con mui poca práctica en la resolucion de los problemas matemáticos. Este hecho es innegable, i yo mismo he tenido ocasion de palparlo; hai alumnos de talento que escollan en la resolucion de un problema sencillo de matemáticas elementales. En cuanto se saca al alumno de la teoría pura o de las demostraciones, i se le lleva a los ejemplos numéricos, fracasa. Pero ¿cómo se ha de remediar el mal? ¿Alargando el tiempo, o enseñando de otro modo? El estudiante de ingeniería i el estudiante de doctor en ciencias exactas no deben marchar unidos en el estudio de las matemáticas.

El álgebra que se enseña al uno, no debe ser igual al álgebra que se enseña al otro. Pues de serlo, se perjudicaria al uno i al otro sin beneficio para nadie. Al segundo hai que enseñarle todas las demostraciones posibles; al ingeniero le basta, i a veces le sobra con una.

Lo que necesita el ingeniero es que le enseñen desde los primeros años la aplicacion de las matemáticas, a la resolucion de los problemas de mecánica i construcciones; pero lo que se le enseña es teoría pura, completamente inútil para su carrera, i cuando llega al sexto año, sabrá demostrar el teorema mas difícil, pero no sabe resolver sin

En el año 1896 la Facultad tenía 274 alumnos matriculados; de éstos 260 estudiaban ingeniería civil; 2 ingeniería mecánica; 2 arquitectura i 10 agrimensura. En los cursos del doctorado no había ningún estudiante matriculado (6). Sin embargo, el cuerpo académico de la Facultad estaba compuesto en su mitad de doctores en ciencias; en el Consejo superior los 260 alumnos de ingeniería estaban representados por un ingeniero, un abogado i un químico. Sería locura querer culpar a nadie individualmente; este hecho es el cumplimiento de leyes fatales. En la Administración se observa el mismo fenómeno; el abogado i el médico desalojan al ingeniero de puestos que le pertenecen como veremos más adelante.

A primera vista choca i no se comprende que los alumnos de ingeniería pasen cerca de la cuarta parte de su vida universitaria empeñados en un estudio especulativo que relativamente no tiene la exajerada importancia que se le atribuye; pero la sorpresa crece de punto cuando se recorren los programas de las diversas asignaturas, o se hojean los apuntes de clase i los libros de testo.

El hecho en sí llama la atención e incita a estudiar más detenidamente las causas de esta anomalía. En primer lugar, recordemos que las *Facultades de ciencias exactas* no han conservado de tales más que el nombre, pues todos sus alumnos se dedican a carreras liberales i ninguno estudia las matemáticas por las matemáticas mismas, sino para obtener un título profesional. De aquí que las Facultades de ciencias que no han podido subsistir i han debido desaparecer como tales, pues no eran una necesidad, se hayan transformado en escuelas de ingeniería, conservando un nombre que no les corresponde, i se hayan valido de este artificio para mantener el fuego sagrado de la *ciencia pura*, a espensas de la juventud de una nación que se encuentra en el pleno desarrollo de sus fuerzas físicas.

ayuda del profesor el problema más elemental. Si se agregan más cátedras de matemáticas se aumentará el mal, pero no se corregirá nada.

Se impone una revisión detenida de los programas, una poda general de toda la rama inútil. Hay cosas de poca importancia que se encuentran en dos o tres programas, i cosas importantes que no se encuentran en ninguno.

(6) Véase *La Ingeniería* año II, núm. 7, pág. 110.

Se ha emprendido un camino contrario al lójico i natural; en vez de proceder de lo concreto a lo abstracto, de lo empírico a lo racional, de lo simple a lo compuesto, hemos empezado por fundar Facultades de ciencias exactas en que han nacido i se han desarrollado con vida raquílica nuestras escuelas de ingeniería, cuando debieron surgir a su debido tiempo como retoños vigorosos de las escuelas industriales o de artes i oficios que están todavía por crearse.

Por otra parte, es curioso observar que aun entre la jente de mayor ilustracion, existe el prejuicio de que el matemático, por el solo hecho de serlo, es ya un sujeto bastante competente en materia de ingeniería. Por esto no es raro que entre nosotros se confundan los términos *matemático* e *ingeniero*; pero lo que es realmente de lamentar es que en el mismo cuerpo académico de las Facultades hayan adquirido estos términos cierto carácter de sinonimia. Este concepto erróneo de la profesion, que está plenamente justificado por los planes de estudios, i por el nombre que llevan nuestras escuelas de ingeniería, es preciso que desaparezca en bien de la profesion misma. El ingeniero no es, ni debe ser un sabio en la acepcion comun de la palabra, pues su mision es completamente distinta. El sabio se dedica a las investigaciones científicas, i se remonta en su estudio a las mas altas concepciones de la ciencia pura, miétras que la mision del ingeniero es la *aplicacion económica* de los resultados de aquellas investigaciones. El matemático tiene como única aspiracion el progreso de la ciencia misma; en cambio el ingeniero no debe mirar la ciencia como fin, sino como medio para resolver los problemas económicos, sirviéndose de ella como guía que le conduzca por el camino mas recto posible.

Nadie puede poner en duda que las matemáticas son, de las ciencias fundamentales del ingeniero, una de las mas importantes; pero ni son la principal, ni tienen la exajerada importancia que jeneralmente se les atribuye. Es mas: no titubeamos en asegurar que el exceso de matemáticas puras es perjudicial al ingeniero.

Estos ramos cansan i fastidian al alumno, lo desvían del propósito principal, i le hacen perder de vista el fin práctico de su profesion,

El estudio excesivo de las matemáticas, tal como hoy se practica en las Facultades, acostumbra al ingeniero a lo abstracto i a lo exacto, cuando en la práctica profesional no encuentra sino lo concreto i lo aproximado; imbuido en la idea adquirida en la Universidad de que las ciencias exactas son la única base científica de su carrera, experimenta el mayor desengaño cuando en el estudio de los problemas técnicos que se le presentan en la práctica no encuentra sino soluciones aproximativas, afectadas de innumerables factores indeterminados, i diametralmente distintas de las que está acostumbrado a obtener en la resolución de los problemas algebraicos. Poseído de una extraña superstición por los símbolos, el ingeniero novel halla defectuosas las obras más notables de ingenio humano, i no reconoce sus méritos ni es capaz de apreciar la suma de prevision e inteligencia que se ha necesitado poner en juego para llegar a ciertos resultados prácticos. Abandona las aulas cargado de prejuicios, i no considera dignas de ocupar su atención sino aquellas cuestiones que puedan someterse al cálculo analítico. Desdeña el estudio económico de los problemas técnicos que son, aunque lo ignora, el fin objetivo de su profesión, i se queda en las puertas de la Facultad acariciando la idea de obtener un día su diploma de Doctor en Ciencias, porque a los arduos problemas de la ingeniería resueltos al aire libre i a la luz del sol, prefiere los placeres solitarios de la resolución de las X en las penumbras de su gabinete de estudio. Le causa pena el abandonar unos conocimientos que pierden su *valor en uso* i su *valor en cambio* una vez que se han salvado los dinteles de la Facultad.

Poco a poco las rudas enseñanzas de la vida lo van sacando de su error; poco a poco se va dando cuenta del falso rumbo inicial con que abandonó las aulas; poco a poco va comprendiendo que la Facultad le dió piedras en lugar de pan; i cuando después de algunos años de ejercicio profesional se le presenta la oportunidad de resolver algún problema que exija la aplicación de las matemáticas superiores, nota con sorpresa i desagrado que ha olvidado por completo la teoría que tanto le costó aprender. Como dice con razón el pro-

fesor Stodola de Zurich, condenando tambien el excesivo estudio de las matemáticas en aquella escuela, nuestro ingeniero se vé entónces al borde de su bancarrota matemática. I esto sucede porque en la forma en que se enseñan las matemáticas en nuestras Facultades, se pierde en intensidad lo que se gana en estension; i como los conocimientos adquiridos son tan estensos que no hai tiempo de organizarlos i coordinarlos en el cerebro, huyen velozmente de la memoria en cuanto se abandonan los libros, i si alguno se salva del olvido, permanece en estado inerte, porque se ha descuidado de enseñar al alumno el arte de aplicar estos conocimientos. El exceso de matemáticas puras debilita ademas la percepcion por la confusion mental que se produce con la enseñanza de materias que no pueden ser comprendidas i dixeridas en tan breve plazo, ni admiten mayor aplicacion en nuestra carrera.

Creemos que no podria citarse un solo caso de que un ingeniero haya fracasado por deficiencia de conocimientos de las matemáticas superiores, o que haya sobresalido por el solo hecho de poseer profundos conocimientos en estas materias.

Se podria creer que consideramos innecesario para el ingeniero el estudio de las matemáticas o que estamos por preconizar la necesidad de suprimirlo. Léjos de ello; lo único que pretendemos es que se reduzca a su justo límite, i no perjudique a los ramos de aplicacion inmediata en el ejercicio profesional; lo que deseamos es que no se exajeren tanto los cimientos que destruyan la armonía del edificio. Las matemáticas son un instrumento importante para el ingeniero, i debe saberlas manejar bien; pero se ha de tener siempre presente que lo que no tiene aplicacion práctica debe desecharse como incómodo i perjudicial.

Lo importante es dominar bien las matemáticas elementales, i conocer i saber aplicar aquellas nociones del cálculo infinitesimal que sean indispensables para el estudio de la mecánica aplicada, que es el ramo científico por excelencia del ingeniero.

El ingeniero debe considerar las matemáticas como ciencia auxi-

liar de la mecánica aplicada, i ésta como la ciencia fundamental de su profesion.

A esto se objetará quizás que las matemáticas no se enseñan solamente por la utilidad directa que puedan reportar, sino tambien como disciplina mental con fines pedagógicos.

Aparte de que cuando empieza el estudio profesional debe estar terminada la educacion, i poseer el alumno ya la suficiente ajilidad mental, habria en esa aseveracion un doble error que es necesario disipar, tanto mas cuanto que es el argumento que con mas frecuencia nos han opuesto en conversaciones privadas los sostenedores del actual plan de estudios. En primer lugar, la buena gimnasia intelectual, como la buena gimnasia física, condena todo esfuerzo excesivo que pueda dejenerar en relajacion, i se limita a ejercicios metódicos que produzcan un lento pero seguro desarrollo de las partes constitutivas del organismo sin perjuicio del conjunto. En segundo lugar, es un error, por desgracia mui vulgarizado, el creer que las matemáticas puras constituyen la gimnasia intelectual mas necesaria al ingeniero. Sin temor de exajerar, podemos decir que tambien desde este punto de vista ántes son perjudiciales que benéficas, sin dejar de reconocer que como ciencia auxiliar son imprescindibles para su estudio. Las matemáticas superiores sólo sirven al ingeniero para el estudio de la mecánica, i su enseñanza se debe limitar a este objeto. El ingeniero Föppl, sucesor de Bauschinger en la cátedra de mecánica i en el laboratorio de ensayo de materiales de construccion de la Escuela Politécnica de Munich, dice a este respecto, en la introduccion a su admirable curso de mecánica técnica, que acaba de aparecer, lo siguiente:

“Las matemáticas, segun se enseñan hoi en todas partes, están vaciadas en un molde que no es a propósito para aplicarlas directamente a la mecánica. En esta ciencia, como en la física teórica, se trata en primer término de la investigacion de magnitudes dirijidas. Reconociendo ampliamente los méritos i adelantos de las matemáticas modernas, hai que decir en alta voz que el método de su enseñanza jeneralmente seguido es poco apropiado para nuestro objeto.

El álgebra i el análisis estudian la relacion que existe entre cantidades sin direccion; la conocida interpretacion jeométrica de las cantidades imaginarias, que constituye aparentemente una excepcion, ántes ha perjudicado que beneficiado al objeto de que aquí se trata. Verdad es que la jeometría analítica enseña tambien el modo de someter al cálculo con el auxilio de las coordenadas las magnitudes dirijidas, pero el artificio de que se vale obliga a una estensa i difusa representacion que es poco apropiada para la clara comprension del asunto. Por último, la nueva jeometría proyectiva que prescinde de todo sistema de coordenadas, se aproxima mucho a las necesidades de la mecánica, i por este motivo ha sido aceptada con viva alegría por los representantes de la mecánica aplicada de la nueva jeneracion; por otra parte, se estiende tanto en el estudio de las relaciones puramente proyectivas, que ya no sirve para la investigacion de las magnitudes dirijidas. La mecánica hace abundante uso de las matemáticas como ciencia auxiliar; al reconocer ámpliamente estos valiosos servicios, es preciso no exajerar el papel que las matemáticas desempeñan en la mecánica, ni mucho ménos considerar como lo principal el ropaje matemático en que se acostumbra revestir las doctrinas de la mecánica. *Miéntas ménos cálculo se emplee al resolver un problema de mecánica, tanto mejor será la solucion.* Evitando cálculos aljébricos escusados se consigue que la atencion del alumno se reconcentre en los procedimientos concretos cuya investigacion importa, i no vengán a desviarla las operaciones formales del cálculo.”

Bien sabemos que estas ideas no han de ser del agrado de los sostenedores del actual plan de estudios, quienes responderán que con ellas se viene a conmovér las bases científicas de la enseñanza de la ingeniería. Pero a esto se puede replicar que es preciso no confundir los conceptos de *matemático* y *científico*, hablando de nuestra profesion, porque se puede ser ingeniero *científico*, sin ser ingeniero *matemático*.

En la Historia de la selvicultura alemana—dice un profesor de la Escuela de Munich,—se habla de un período de los matemáticos,

i los guarda-bosques mayores se alegran hoy de saber que este período del extravío ha pasado hace mucho tiempo. En el desarrollo de la selvicultura, este período es de los más estériles, i cuando uno lee hoy la injenuidad con que aquellos matemáticos querían reformar las poéticas i productivas selvas jermanas, el lector no puede menos de reprimir una sonrisa de compasión. Estos señores querían someter al cálculo las cosas más increíbles, i las cuestiones de selvicultura que no dejaban revestirse con el ropaje matemático, las ponían de lado con desden como no apropiadas para la investigación científica.

Pasemos a estudiar ahora la utilidad relativa de otra disciplina que ocupa también una extensión, a mi entender, excesiva en el plan de estudios. Me refiero a la química.

Actualmente los alumnos de ingeniería estudian tres años de química; por el nuevo plan estudiarán cuatro: un año de química inorgánica, uno de química orgánica i dos de química analítica; verdad es que en cambio se suprime un año del Colejio Nacional (7). En las escuelas politecnicas de Alemania se estudia un semestre de química inorgánica, i esto basta.

(7) Aquí he padecido un error que nadie me ha observado. El estudio de la química queda de la siguiente manera en el plan del Ministerio: en tercer año de colejio nacional: elementos de química (orgánica é inorgánica); en cuarto año: elementos de química industrial. En primer año de preparatorios especiales: *química inorgánica*, segundo: *química orgánica*; en tercero: *química analítica*; en primer año de la Facultad: *química analítica*; en cuarto año; *química industrial*.

De modo que, en realidad, el ingeniero civil tendrá que estudiar cinco años de Química especial: uno de inorgánica; otro de orgánica; dos de analítica i uno de química industrial. Creo que al decir que esto es absurdo e injusto, no digo sino una verdad que todos los ingenieros repiten a diario; lo mismo que expresa el doctor Magnasco, cuando vitupera con frases enérgicas "las peligrosas expansiones de ahora en las que por poco no se enseña el presupuesto, i se administra a las más tiernas inteligencias los pormenores fatigosos de la alta cátedra... Por otra parte, allí está una elocuente experiencia por delante: si se vuelve a interrogar después de algún tiempo a los alumnos, demuestran que ni saben la especialidad a que se les sometió, ni las generalidades que debieron aprender." Estas palabras van directas a las Facultades de ciencias, pero no pueden herir personalmente a sus profesores, pues no ha dependido de ellos el torcer la marcha errada de la educación nacional; así como nuestros errores políticos, no se pueden achacar a los hombres que actualmente nos gobiernan.

En efecto, ¿para qué sirve la química al ingeniero civil? Es útil, se dirá, porque algún día puede tener necesidad de analizar un compuesto orgánico. Esta respuesta no merece réplica. Es simplemente inicuo i absurdo lo que se está haciendo. He oído decir alguna vez que se obliga a los alumnos a estudiar esta materia, porque de otro modo no se cultivaría la química en nuestro país. ¿Es esto cultivar? Lo que se hace es perjudicar a los alumnos de ingeniería sin considerar que estos perjuicios son irreparables. El ingeniero civil no necesita la química, sino para el mejor conocimiento de los materiales de construcción, i para esto no hai necesidad de cursos especiales, o, por lo ménos, no hai necesidad de darle tanta estension. Los análisis de cales, arcillas, etc., se pueden enseñar en el curso de materiales de construcción, materia importantísima que está ahora relegada a un lugar secundario, englobada en uno de los cursos de construcciones. Todavía no conocemos las propiedades físicas ni mecánicas de nuestras maderas, de nuestras cales, de nuestros cementos, de nuestros ladrillos, de nuestras piedras, i nos damos el lujo de estudiar cuatro años de química. Antes de fundar laboratorios de química, necesitamos fundar laboratorios de ensayo de materiales de construcción.

Lo primero que hace el ingeniero al reconocer la topografía del terreno donde se quiere emplazar una obra, es estudiar los materiales que existen en la localidad; pero por mas estension que se dé a la química, nunca puede suplir el conocimiento práctico de los materiales de construcción, i la prueba está que el ingeniero sale de las Facultades sin saber distinguir una caliza de un cuarzo, la fundición del hierro forjado o del acero, el pino de tea del algarrobo:

Lo único plausible en toda esa parte del plan de estudios es la ubicacion i estension que se ha dado a las asignaturas de física experimental. Este sí es un ramo que, aparte de su inmensa aplicacion, se debe enseñar como disciplina mental al ingeniero. Estudiándolo en la acertada forma que lo propone el Ministerio, el alumno se acostumbra a la observacion de la naturaleza; a ver, a sorprender i a interpretar los fenómenos reales.

La física experimental constituye por sí un fundamento propio i esencial de las artes constructivas.

El plan actual de la Facultad, i, por consiguiente, el propuesto por el Ministerio, es, pues, en lo relativo a conocimientos fundamentales, un plan empírico i rutinario que no resiste a la menor crítica. En primer lugar, está en abierta contradicción con todos los métodos modernos de educación que tienden a desarrollar el espíritu del alumno, en la misma forma en que se ha ido desarrollando el espíritu de la humanidad.

Es verdad elemental que la lengua ha precedido a la gramática que es su teoría, i por esto la enseñanza práctica del idioma, en todo sistema de educación racional, debe preceder a la enseñanza de las reglas gramaticales. El hombre ha construido su habitación, sus templos, sus vías de comunicación, mucho antes de conocer las leyes generales de la mecánica i los principios del cálculo infinitesimal; la máquina de vapor se ha usado mucho ántes de conocerse la teoría mecánica del calor.

Como dice Riedler, la ingeniería ha precedido casi siempre a la investigación científica, i le ha preparado el camino; mientras que los errores de la ingeniería han sido casi todos orijinados por los falsos dogmas científicos (8).

En el plan de estudios se sigue el camino contrario; en vez de facilitar el desarrollo natural del espíritu lo cual haría agradable el estudio, se inicia al alumno en su carrera profesional propinándole tres o cuatro años de ciencia abstracta, durante los cuales se le mortifica con una aridez desesperante que le hace dudar de si le están

(8) A. Riedler, profesor i rector de la Escuela Politécnica de Berlín, es uno de los mas distinguidos ingenieros mecánicos de Alemania, i el que con mas talento ha tratado en estos últimos tiempos la cuestión de la instrucción profesional. Su última obra al respecto titulada: *Unsere Hochschulen und die Anforderungen des zwanzigsten Jahrhunderts*, Berlín 1899, es una valiente apología de nuestra profesión; que le ha valido ataques violentos, pero inofensivos por lo infundados, de parte de los círculos universitarios de Alemania.

enseñando a ser ingeniero, o le están preparando para otra carrera diametralmente opuesta.

Siguiendo la lei natural, los conocimientos se han de administrar al alumno "tan paralelamente como sea posible" en el órden jeneral en que los ha ido adquiriendo la humanidad; se ha de iniciar la carrera con el conocimiento de los materiales de construccion, con la enseñanza de las construcciones sencillas de mampostería, madera i hierro; con la física espermental que aguza los sentidos, desenvuelve el poder de observacion i forma el criterio científico del ingeniero. Junto con estos conocimientos, se pueden ir dando al alumno las matemáticas elementales i la mecánica jeneral, pero con carácter práctico i con numerosos ejemplos relativos a los ramos ántes mencionados.

Pasando ahora al segundo órden de conocimientos, o sea a los llamados profesionales, parece que se ha de tropezar con grandes dificultades para fijar su utilidad relativa. Felizmente, existe un medio que nos puede llevar a resultados mui precisos que harán resaltar las grandes deficiencias del plan de estudios propuesto por el Ministro.

Tomemos la lista de los ingenieros que han salido de las Facultades de Buenos Aires i Córdoba, i preguntémonos a dónde han ido, qué conocimientos han necesitado para ejercer con éxito su profesion i si les han bastado los adquiridos en la Facultad. Podemos entonces clasificarlos por grupos segun su destino, descartando los que por uno u otro motivo han abandonado la profesion para dedicarse a otra actividad estraña a ella.

Hallaremos que unos tienen estudio abierto, trabajan especialmente en los tribunales (en peritajes, tasaciones, etc.) o construyen edificios, hacen mensuras o son empresarios de obras; otros están empleados en las diversas reparticiones del Ministerio de Obras Públicas; un gran número está en la Municipalidad de la Capital; otros andan diseminados en las Provincias, ejerciendo de ingenieros municipales o de directores i empleados de los departamentos topográfi-

cos i de obras públicas; otros están en los ferrocarriles particulares; otros, en fin, i son los ménos, han instalado fábricas i están dedicados a la industria.

I bien, de todos éstos ¿cuáles son los que, al llegar a sus respectivos puestos, han podido decir que la instruccion adquirida en la Facultad les bastaba?

Mui pocos, casi ninguno.

Los que salen mejor librados son los que van a la Direccion de Vías de Comunicacion del Ministerio de Obras Públicas, pues la enseñanza profesional obtenida en la Facultad es bastante estensa i apropiada. Los que trabajan en los tribunales echan de ménos una porcion de conocimientos que no se enseñan en la Facultad, sobre todo en lo relativo a conocimientos finales: Agrimensura i Arquitectura legal, Lejislacion Civil i Administrativa etc.; los que van a las Obras de Salubridad notan que la Facultad no les ha enseñado lo que es una red de alcantarillado, cómo se construye ni cómo funciona; tampoco conocen las partes constitutivas de un abastecimiento de agua potable; ni cómo se construye un filtro; ni lo que es velocidad de filtracion, ni las teorías i prácticas modernas del saneamiento de las ciudades; ni cómo se purifican las aguas cloacales; ni en qué se diferencia un sistema separado de un sistema combinado; ni las ventajas e inconvenientes de cada uno de estos sistemas. Los que van a las Municipalidades no conocen los sistemas en uso para destruir las basuras; ni la recoleccion de éstas de acuerdo con las prácticas hijiénicas; ni los sistemas de pavimentacion de calles; ni las reglas del ensanche de las ciudades i los principios del trazado de las villas i pueblos; ni la instalacion de mercados, mataderos, cementerios, hospitales, casas de baño, lavaderos, casas de aislamiento, etc.; ni el trazado i conservacion de los tranvias, etc.

Los que van a la Direccion de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas no conocen la teoría i práctica de los riegos; ni el drenaje i desagüe de los terrenos; ni la construccion de obras de defensa contra las inundaciones; ni la canalizacion de los rios; ni el

mejoramiento de éstos para los fines de la navegacion. I todos tienen, si no que proyectar obras de este jénero, por lo ménos que producir informes sobre una infinidad de asuntos que se presentan todos los dias en la práctica administrativa.

En esta deficiencia de la enseñanza de la ingeniería ¿no deberíamos buscar acaso las causas de la desconfianza que inspira nuestra profesion tanto en el público que en las altas esferas oficiales? Nosotros vemos el daño material que nos causan los albañiles i constructores; pero no vemos el perjuicio moral i material que nos ocasionan las otras carreras liberales.

En la Direccion de Ferrocarriles, en la Comision de las Obras de Salubridad i de otras obras públicas importantes, en el Consejo de Higiene i en otras reparticiones nacionales, los médicos i los abogados han desalojado repetidas veces a los ingenieros. En el mismo mensaje del Ministerio de Instruccion Pública se dice que la salubrificacion i la higiene pública son problemas que corresponde resolver al médico. Éste es un grave error. La mision del médico es curar las enfermedades, pero no prevenirlas; la higiene no es ciencia esclusiva del médico, como las matemáticas i la física no son ciencias exclusivas del ingeniero. La higiene dice que se han de alejar las materias escrementicias i las aguas servidas de un centro urbano, ántes de que empiece la putrefaccion; el médico no hace mas que repetir esta máxima, el ingeniero tiene que proveer los medios para ponerla en práctica; la higiene dice que las cloacas han de ser impermeables, el médico no sabe cómo se puede realizar esto, el ingeniero tiene que procurarse los materiales apropiados; la higiene dice que se ha de renovar el aire confinado en las habitaciones i salas públicas, el médico se reduce a decir que es necesario ventilar, el ingeniero tiene que establecer la instalacion de acuerdo con los preceptos de la ciencia. En todo esto el médico no hace sino el papel de intermediario inútil entre la higiene i la ingeniería. Está probado que el ingeniero no necesita de este porta voz; el ingeniero puede resolver todos los problemas de higiene pública sin necesidad del médico, una vez que se le enseñen los principios de la higiene.

En los varios congresos de higiene a que he asistido en Europa, los ingenieros estaban casi en mayor número que los médicos higienistas, i son los que tomaban parte mas activa en las discusiones. Las exposiciones de higiene que son hoy el complemento obligado de estos congresos, no presentan sino instalaciones sanitarias ideadas i construidas por ingenieros. En nuestras escuelas de ingeniería no se ha dado hasta hoy ningun curso de higiene, ni se ha enseñado el saneamiento de las ciudades, i el abastecimiento de aguas potables, a pesar de que un gran número de ingenieros halla ocupacion en las Obras de Salubridad. Todas nuestras capitales de provincia acusan una enorme cifra de mortalidad, cuando ménos dos veces mayor que la de Buenos Aires, i no disponen hasta hoy de ningun medio para evacuar las materias escrementicias i las aguas servidas, ni tienen un abastecimiento racional i abundante de agua potable. El Gobierno de la nacion se ha limitado hasta hoy a llevarles vías de comunicacion, cuando lo que necesitan mas que nada es salubrificacion.

¿No es mas racional que se enseñen al ingeniero estos ramos de alta importancia nacional, i no la balumba de fórmulas matemáticas tan inútiles que la memoria misma se encarga de olvidarlas en cuanto ha pasado por las horcas caudinas del exámen?

¿Estos conocimientos no son acaso mas necesarios que la química analítica, el álgebra superior i un segundo curso de jeometría proyectiva que para nada sirve en la práctica?

Llego señores al tercer orden de conocimientos que he denominado conocimientos *finales* porque son los que guian al ingeniero en la realizacion del fin objetivo de su profesion. El ingeniero no puede limitarse a estudiar las grandes obras públicas desde el punto de vista analítico i constructivo, sino que ha de estudiar tambien su adaptacion al medio político i social en que esas obras se van a encontrar. Las obras de ingeniería no se construyen para probar la habilidad del ingeniero, sino para satisfacer necesidades sociales. El hombre en sus relaciones con la vida pública nacional e internacional es el término de nuestra profesion. El ingeniero debe conocer i

estudiar la evolucion económica del pais, i las necesidades económicas de la nacion en que actúa.

Esa alta ciencia política de que habla el Dr. Maguasco en su mensaje, ha estado hasta hoy en manos de lejislas, médicos, literatos i militares. El ingeniero ha hecho abandono de la parte que le correspondia, con grave detrimento de los intereses nacionales. Algun dia se ha de probar que los grandes errores económicos que se han cometido en el pais, se deben en gran parte a que los ingenieros han venido desempeñando el papel de espectadores en asuntos de la mas alta importancia nacional que nadie mejor que ellos podia dilucidar.

Por ejemplo, el día que se escriba la historia de nuestros ferrocarriles nacionales, se ha de ver cuán pocos de nuestros lejisladores abogados estaban al corriente de las leyes económicas que rijen a ese sistema de transporte.

Con una injenuidad que pasma tratan todavía de aplicar los dogmas económicos del siglo 18 a un sistema de transporte que ha nacido i se ha desarrollado en el siglo 19, i ha trastornado la vida política, económica i social de las naciones.

Todavía se están vendiendo nuestros ferrocarriles como hierro viejo, como artículo de comercio, porque no dan renta directa al Estado, con la misma lógica del almacenero que ya no vende fósforos porque el artículo está muy alambicado i no deja utilidad; todavía se habla en nuestro Congreso de la concurrencia de los ferrocarriles como espediente infalible para rebajar las tarifas, cuando hace medio siglo que la ciencia económica alemana ha demostrado que el ferrocarril es un monopolio de hecho i que la concesion de vías paralelas al solo objeto de provocar la concurrencia es un derroche económico del capital, sin las consecuencias apetecidas, pues la concurrencia dejenera inmediatamente en coalicion, la coalicion en fusion i con ésta nace nuevamente el monopolio que se trató de evitar.

Como puede suceder que algunos colegas crean que estos estudios no tienen para el ingeniero la importancia que yo les atribuyo, me adelantaré a las objeciones que puedan hacerse a este respecto,

poniendo algunos ejemplos de la aplicacion de estos conocimientos a la práctica.

Supongamos que se trata de construir un nuevo ferrocarril. El ingeniero hace el trazado técnico, proyecta las obras i presenta sus planos. ¿Debe concluir aquí la mision del ingeniero? NÓ. Hai una cantidad de cuestiones importantes que son del resorte del ingeniero mas que del resorte del abogado; i si el lejislador las ha de resolver ¿no es mas propio que las resuelvan los lejisladores ingenieros, i no los lejisladores abogados?

Si preguntamos a un abogado ¿cuándo, bajo qué condiciones se ha de construir un ferrocarril? podemos estar seguros que en el mayor número de casos responderá: siempre que haya capitales disponibles, i siempre que la mayoría de las Cámaras vote por la afirmativa. Perfectamente; ésta es la respuesta de los hechos, pero no la respuesta de la ciencia.

Es obligacion del ingeniero estudiar previamente las siguientes cuestiones: ¿qué sacrificios importa la construccion? ¿cuál es el éxito que se puede obtener? ¿de qué modo armonizará el producto líquido de la empresa con la utilidad pública i con los intereses de los particulares? ¿desde el punto de la uniforme reparticion económica de los capitales en la nacion, conviene la inversion o nó?

¿I quién mejor que el ingeniero que ha hecho los estudios i conoce palmo a palmo el terreno es capaz de dilucidar estos puntos tan importantes?

Supongamos que se haya resuelto que la línea se debe construir. Se presentan ahora estas otras cuestiones. ¿Debe construir el Gobierno, o debe concederse la línea a un particular? Si el Gobierno no puede construir, ¿bajo qué condiciones se ha de conceder la línea a una empresa? Si la empresa no tiene suficientes recursos, ¿qué jénero de ayuda le ha de prestar el Estado, i cuál es la retribucion equivalente que se le ha de exigir en beneficio de la comunidad que regala tierras i capitales para la obra? Si una sociedad por acciones solicita la concesion de la vía sin prima ni garantía, ¿se ha de acceder sin mas trámite a lo solicitado? ¿No es prudente estudiar ántes de

dónde va a obtener la sociedad constructora el beneficio que le corresponde; no se corre el peligro de que obtenga su ganancia del capital de primer establecimiento, i no de la explotación; del público que suscribe las acciones, i no del público que viaja i hace trasportar las mercancías? El mas trascendental de todos los problemas ferroviarios, el problema de la explotación por el Estado o por los particulares ¿no está acaso afectado de una infinidad de factores técnicos i económicos que no pueden ser abarcados en todo su conjunto sino por el ingeniero?

El ingeniero argentino se ha desentendido siempre de estos asuntos; i ¿cómo han sido resueltos en nuestro país? Con la lógica del viajero que se trasporda en Villa María del Central Argentino al Ferrocarril Andino i se decide al momento por los ferrocarriles particulares, con frases hechas tales como la de que el Gobierno no sabe administrar, aprendidas en la escuela clásica del siglo 18 o en el individualismo doctrinario de Spencer.

También debemos vender las Obras de Salubridad, el Correo, los Telégrafos i el Puerto Madero, puesto que el Gobierno no sabe administrar.

Si fuese cierto que nuestro Gobierno no sabe administrar los ferrocarriles i las obras públicas, la explicación sería que no se pide el concurso del ingeniero civil para la dilucidación de todos estos problemas de la mas alta trascendencia nacional, ni se le dan los conocimientos necesarios para que pueda resolverlos.

El ingeniero argentino ni siquiera puede tomar parte en la preparación de un plan financiero para la ejecución de una obra pública, pues no conoce la organización de esos grandes establecimientos de crédito en cuyas manos se encuentra centralizado el capital del mundo. No sabe lo que son acciones de preferencia, lo que son obligaciones, lo que son fondos públicos; i no puede hacer viable la obra que ha concebido con su inteligencia, pues su enorme i pesado bagaje matemático no sirve desgraciadamente para hacerse entender de bolsistas i banqueros.

Felizmente, el doctor Maguasco ha notado esta laguna en el

Plan de las Facultades, laguna que ha pasado desapercibida hasta ahora para el cuerpo académico de ellas, i ha agregado los ramos de economía política, de agrimensura legal i de legislación civil i administrativa, lo cual indica que el Ministro ha comprendido mejor que nadie el concepto de nuestra profesion, como acertadamente lo decia *La Ingeniería* en su último número.

Los tres órdenes de conocimientos que yo menciono, están comprendidos en el proyecto de plan de enseñanza; pero el número, la distribución y orden de enseñanza de las materias son inaceptables. El plan propuesto no realiza, pues, los propósitos del P. E.

De lo que llevamos dicho podemos sentar las siguientes conclusiones.

Los propósitos del Poder Ejecutivo, en cuanto a la enseñanza de nuestra carrera i al modo de administrar los conocimientos al alumno son excelentes, i debemos poner de nuestra parte todo el empeño posible para que se realicen.

El plan propuesto por el Ministro realiza, sin embargo, todo lo contrario; no es posible encontrar mayor antagonismo entre la teoría i la práctica (9).

Para que la enseñanza de la ingeniería civil esté basada en los sanos principios educativos que se sientan en el mensaje, i satisfaga a las necesidades económicas del país, el plan propuesto se ha de modificar del modo siguiente:

(9) Léase estas palabras del doctor Magnasco explicando los propósitos del Poder Ejecutivo: "La otra faz de las direcciones prácticas exige prolijos cuidados entre nosotros por tratarse, no sólo de un asunto complejo, sino porque ha sido incomprensiblemente olvidada hasta el presente, al estrenio de que, a realizarse hoy, ello constituiría una verdadera iniciación. Para eso habrá que desviar enérgicamente los estudios de sus rumbos tradicionales, torcer paulatinamente su dirección, violentar inclinaciones ficticias profundamente arraigadas en la rutina, en la indolencia i en el espíritu facilitario en que son educadas nuestras generaciones, i destruir al fin, en gran parte, el pesado i anacrónico sistema educacional que nos rige. Debimos hacerlo mucho tiempo ha, como lo hicieron desde su primera infancia la mayor parte de los estados de la Unión Americana, comprendiendo que la grandeza futura de la nación se hallaría principalmente en lo que ya es dogma público vulgar: el poder económico."

1.º En lo relativo a los conocimientos fundamentales la enseñanza de las *matemáticas* se ha de reducir a lo estrictamente necesario para el estudio de la *Mecánica* aplicada; la *química* se ha de limitar a la inorgánica, i a lo necesario para el estudio de los materiales de construcción; *el conocimiento de los materiales de construcción* se ha de practicar desde el primer año, i se ha de continuar en los siguientes con ensayos prácticos en un laboratorio de ensayos que se ha de fundar cuanto ántes para este objeto i para el estudio de la resistencia i propiedades físicas de los materiales del país; *la Física experimental* se ha de enseñar con la mayor amplitud posible, a fin de acostumbrar al alumno a observar e interpretar los fenómenos naturales sin ayuda del maestro; *la mecánica jeneral*, (empezando por la dinámica, i no por la estática) i los *elementos de construcciones* se han de dar tambien en los primeros años.

Al rededor de éstos ramos que son esenciales, se han de agrupar otros que son tambien imprescindibles para el ingeniero, como *la topografía*, el dibujo, *la higiene jeneral*, etc.

2.º En lo relativo a los conocimientos profesionales se han de agregar al plan actual los siguientes ramos:

Hidráulica agrícola: (que comprende riegos, drenajes, desagües-defensa contra las inundaciones).

Ingeniería sanitaria: (saneamiento de las ciudades i abastecimiento de agua potable).

Ingeniería municipal: (construcción, conservación i limpieza de las calles urbanas, alumbrado público, extracción de basuras, ensanche de ciudades i trazado de villas nuevas).

Se ha de suprimir la *jeodesia*, porque pertenece a la especialidad del agrimensor, i no es un ramo esencial del ingeniero, o muy rara vez tiene necesidad de aplicarla.

Se han de enseñar los órganos de máquina, i las máquinas que se emplean en las obras i los elementos de arquitectura que son imprescindibles para el ingeniero civil, sin que por esto se le habilite para entrar en las atribuciones del ingeniero mecánico i del arquitecto que son especialidades consagradas desde hace muchos años.

3.º En lo referente a los conocimientos finales, además de la economía política, i de los otros ramos que figuran en el plan propuesto, se han de instituir cursos de ciencia administrativa, operaciones de banca i bolsa, historia económica i política de los ferrocarriles i otros medios de transportes, teoría i práctica de la tarificación ferrocarrilera.

Conviene observar que el mejor plan de estudios no dará resultados si los programas especiales no se conforman también al principio de la utilidad relativa de los conocimientos. Así, en matemáticas se ha de dar ménos importancia a las demostraciones que a la aplicación práctica, o sea a la resolución de los problemas concretos. En puentes, ántes de enseñar tres o cuatro métodos para calcularlos, se ha de enseñar la construcción, la disposición de los diferentes elementos i los métodos de ejecución.

En economía política, ántes que los dogmas económicos de la escuela clásica de Smith i de los modernos autores franceses que le siguen, se ha de enseñar el método histórico de la nueva ciencia alemana i la manera de aplicarlo a nuestra vida nacional, para deducir las leyes económicas que efectivamente nos rijen i la evolución que seguirán estas leyes con el desarrollo industrial del país.

Para entrar sin ningún estorbo en la nueva organización, se ha de realizar el sabio propósito del doctor Magnasco de separar la instrucción profesional de la instrucción científica; es decir, se ha de concluir de una vez con el carácter promiscuo e indefinido de las Facultades de ciencias exactas, físicas i naturales.

Hai que adoptar uno de estos dos caminos: o las Facultades se dedican al cultivo de la ciencia pura, i entónces las escuelas de ingeniería se independizan de ella i buscan otra ubicación; o las Facultades se trasforman en escuelas profesionales i cambian su nombre actual en *Facultades de ingeniería i arquitectura* que es su nombre propio, sin disfraces que perjudican a nuestra profesión i al país. En este último caso, el cuerpo académico en cuyas manos está la alta dirección de los estudios se ha de componer en su mayor parte de ingenieros i

arquitectos, i no de doctores en química, botánica, zoolojía, matemáticas i leyes, que no pueden tener el concepto de la profesion, ni conocen siquiera las necesidades del pais en asuntos económicos.

Me he limitado únicamente a analizar el plan de ingeniería civil; las conclusiones jenerales a que arribo, pueden servir de base para redactar los demas planes de estudios. Si se pidiera mi opinion sobre éstos, no titubearía en decir que el único que se acerca más al sistema de instruccion armónica es el de arquitectura.

Este plan realiza en gran parte los propósitos del Poder Ejecutivo, i si tiene sus defectos, éstos provienen de la base comun de estudios preparatorios, que es en sí defectuosa.

El estudio de la carrera se puede reducir de este modo a los tres años de preparatorios i a cuatro años de profesionales, a fin de que el alumno salga de la Facultad a los 25 años i no a los 28, pues en este caso el ingeniero no podria formar su hogar sino a una edad en que empiezan a declinar las fuerzas fisiológicas del individuo en nuestro pais, i a la que se han perdido ya las grandes ilusiones i alegrías de la vida. (10)

Señores: tengo la firme conviccion de hallarme en el buen camino a la resolucion de tan importante problema como es el de la instruccion que se debe dar al ingeniero; i ello me ha inducido a aceptar la invitacion de nuestro Presidente a esponer mis ideas ante esta selecta reunion. Son ellas el resultado de varios años de estudio, observacion i esperiencia, que empiezan en las aulas de las escuelas politécnicas de Alemania i terminan en la cátedra que como profesor suplente desempeño actualmente en la Facultad de Buenos Aires.

(10) El doctor Magnasco ha padecido un error al equiparar la práctica del estudiante de Medicina, con la del estudiante de Ingeniería. El primero practica directamente en el enfermo, mientras el segundo practica en modelos, o en escala reducida. El ingeniero necesita abandonar mucho ante la escuela para adquirir con tiempo ciertos conocimientos profesionales que no se pueden administrar en el aula, ni en el laboratorio científico.

Pero confieso que abrigo el temor de no haber llegado en tan intrincado asunto a la resolucion mas satisfactoria. Por este motivo, pido a todos los presentes, a todos los miembros de esta asociacion, que sometan mis conclusiones a una crítica severa i que una vez que hayan pasado por el crisol de la discusion, el Centro las haga suyas, i entónces creo que revestidas de tan alta autoridad, el Poder Ejecutivo i el Congreso les prestarán la atencion que merezcan.

DOS PALABRAS SOBRE LA CONFERENCIA DEL SEÑOR JOSÉ ROMAGOSA.

Al leer el folleto que contiene la conferencia que antecede mi primera intencion fué publicar sólo un comentario de ella para hacer resaltar la exacta aplicacion que tienen en Chile las acertadas apreciaciones del señor Romagosa, tanto sobre las Facultades de matemáticas, como sobre el papel que desempeña el ingeniero en la sociedad sud-americana; pero recordando la estremada susceptibilidad de que, en reciente ocasion, han dado prueba mis colegas, he solicitado la insercion in extenso de dicha conferencia, para que cada cual haga, sin mentor, las reflexiones, que saltan a primera vista por lo demas.

Tambien habia deseado que se publicase un proyecto de reforma de la enseñanza técnica que el Decano de la Facultad de Matemáticas de Montevideo i Miembro correspondiente de nuestro Instituto, señor Juan Monteverde, ha hecho llegar a nuestras manos, solicitando la opinion de las personas versadas en la materia; pero la falta de espacio ha impedido la realizacion de nuestro deseo.

Deseaba esta reproduccion simultánea para que se pudiese juzgar con conocimiento de causa, el estado actual de la cuestion enseñanza técnica en los paises vecinos.

Mientras otros colegas, mas caracterizados, den su opinion personal sobre el proyecto del señor Monteverde, hé aquí lo que, en carta de fecha 16 de Agosto del corriente año, contesté a dicho ingeniero.

“.....Mi opinion es la siguiente: juzgo su proyecto de escuela

politécnica i el plan de estudios correspondiente, mui apropiados a las actuales necesidades de los países sud-americanos, siempre que los programas de las diversas asignaturas se detallan en conformidad con las ideas que ha espuesto el ingeniero don José Romagosa en una conferencia reciente dada en el "Centro Nacional de Ingenieros" de Buenos Aires, ideas cuyo resúmen es: "podar toda la ramazon inútil" i agregar lo que sea necesario.

"Los programas podadores de lo inútil: he ahí la gran cuestion.

"Así, en los programas de la parte relativa a los conocimientos que deben adquirir los ingenieros, apoyo en todo al señor Romagosa cuando pide la reduccion del estudio de las matemáticas a lo estrictamente necesario para comprender la mecánica aplicada, que constituye la base de los conocimientos profesionales. Las demostraciones debe darlas el profesor no para que el estudiante de ingeniería las aprenda, sino para convencerle de que la fórmula, el teorema o la consecuencia final, no es una superchería. Una vez convencido el alumno de que la superficie de un triángulo, por ejemplo, es igual a la mitad del producto de la base por la altura, poco importa que olvide cómo se ha deducido la fórmula. Le basta saber que es exacta i que se encuentra mas o ménos en tal parte del testo o de un formulario que debe consultar, ántes de usarla, para evitar equivocaciones.

"Soy tambien del parecer del señor Romagosa cuando pide la simplificacion del estudio de la química a lo necesario para el estudio de los materiales de construccion; la simplificacion del estudio de la arquitectura; la supresion de la geodesia i astronomía, etc., etc.

"En cuanto a agregaciones necesarias, he notado en su plan de estudios i entre las ideas del señor Romagosa, la ausencia de algo que, a mi juicio, es indispensable para que un ingeniero pueda ejercer su profesion como ingeniero i no como simple calculista de oficina.

"El ingeniero salido de la Facultad de ingeniería i arquitectura del señor Romagosa, o de su Escuela politécnica proyectada, será capaz, por ejemplo, de hacer el trazado i los planos de un ferrocarril; sabrá "cuándo i bajo qué condiciones financieras se ha de construir;"

sabrá lanzar el negocio entre bolsistas i banqueros; pero no será capaz de ejecutar sus propios proyectos en el terreno, sin que el bolsillo de los capitalistas tenga que pagar caro su falta de conocimientos sobre la MANERA DE ORGANIZAR LAS FAENAS.

“Este es el principal defecto de todas las Universidades, Escuelas, Facultades, o como quieran llamarse, de ingeniería que existen.

“Uno sale convertido talvez en eximio calculista de oficina i forjador de proyectos viables; pero incapaz de manejar una docena de peones i artesanos. Hai una diferencia inmensa entre hacer un estudio, auxiliado por algunos alarifes i la ejecucion de la obra, que puede requerir el empleo de centenares i aun miles de peones i artesanos de toda categoría, a los cuales nunca deben faltar los alimentos, el alojamiento, las medicinas, las herramientas, los materiales, etc., que una organizacion previsora debetener siempre listos i a la mano.

“Un ingeniero salido de la Escuela politécnica que usted propone no sabrá organizar ni su propia oficina: no hallará que hacer con las notas que reciba i se embrollará al clasificarlas; no sabrá si es mas conveniente tener un solo libro copiador jeneral, o tener un libro copiador para las cartas, otro para las órdenes de servicio, otro para los pedidos i compra de materiales, etc.; no sabrá vijilar al contador por no tener nociones de teneduría de libros, quedando desconocido el costo detallado de las obras porque el contador, para no tener tanto trabajo, abrirá el menor número de partidas posible; ignorará la manera de llevar los libros de almacenes de manera que, en cualquier momento se sepa, artículo por artículo, la cantidad entrada, la cantidad salida i el saldo en bodega para controlar los inventarios, que tampoco sabrá hacer; no sabrá dar instrucciones ni a los sobrestantes, ni a los inspectores que vijilan a éstos, ni a los alistasdores; ignorará la manera de organizar el pago de la jente para evitar continuas reclamaciones, etc., etc., etc.

“Este es el vacío, el único lunar serio que noto en su proyecto de Escuela politécnica, 2.^a secc., divis. b, 1.^a subdivis.”.....