



## ENSEÑANZA E INGENIERÍA.



Apénas comienza a rejir el nuevo *plan de estudios* para los ingenieros,—aprobado por el Consejo de Instrucción Pública el 14 de Agosto próximo pasado i sancionado por decreto supremo del 24 del mismo mes,—i ya se levantan protestas violentas de él i hasta la condenación. Esta es la suerte de las innovaciones políticas o administrativas, máxime las que se relacionan con la instrucción pública, pues en la crítica toman interés los estudiantes presentes i pasados, es decir, todos los que manejan la pluma. Por lo jeneral, el partido de la condenación es el que sobresa, porque la oposición es propia de nuestra humanidad, i los jueces sosegados que pudieran tomar la defensa no entran en la liza, esperando las pruebas ántes que sentenciar. Habiendo tomado parte activa en la preparación del nuevo plan, nos toca defender al reo, tanto mas cuanto que lo hacemos con la convicción de sostener el sistema que mas bien cumple con los adelantos de la ingeniería i con las condiciones industriales i administrativas de la República.

Para que no se sospeche de nuestras intenciones, haremos una declaración previa: consideremos axiomas que un plan de estudios no consulte sino el interés del alumno, su mejor preparación para la carrera por él elejida; que la facultad o cuerpos

de profesores es la protectora i defensora natural de los estudiantes; que, por fin, el catedrático es hecho para sus oyentes i no éstos para aquél;—reservando, se entiendo, plenos i enteros el prestigio i la autoridad del profesor.

Mucho se ha hablado de las escuelas de Europa, que son distintas para los ingenieros civiles i los de minas; Francia, España, Bélgica i demas naciones tienen sus escuelas de puentes i calzadas i otras de minas, i por esto se argumenta para condenar los institutos politécnicos, o mas bien, los programas politécnicos. Antes que sentenciar conviene consultar el oríjen i el objeto de esos establecimientos, analizar las modificaciones sucesivas que han sufrido i darse cuenta de los empeños que hacen difícil o imposible una trasformacion radical; conviene contraponer, para mejor juicio, las escuelas nacidas en plena libertad, sin compromisos anteriores de ninguna clase.

Por ser las mas antiguas, tomaremos el ejemplo de las escuelas francesas *de puentes i calzadas* i *de minas*: ámbas cuentan mas de un siglo de existencia i su organizacion ha sido copiada por las demas naciones. Ellas corresponden a dos grandes administraciones, servidas por un gran número de ingenieros i por lo tanto mui poderosas. Los programas, mui distintos en el oríjen, han ido asemejándose con el incremento de las exigencias de la ingeniería; el conocimiento de las matemáticas superiores se ha impuesto a los ingenieros de minas, como la jeología i la química a los ingenieros civiles; la termodinámica i la electricidad han estrechado los lazos de union entre varias materias que parecian distantes. Al mismo tiempo, la ingeniería va formando una entidad cada vez mas homogénea: los ingenieros civiles—para conservar una voz consagrada por el uso—ahondan pozos de 200 i 300 metros de profundidad i perforan túneles de 10, 15, 36 kilómetros de largo! Con el aire comprimido i la electricidad, bajan los cimientos hasta 30 metros en el agua; en la construccion de puertos, usan una maquinaria de una potencia desconocida. A su turno, los ingenieros de minas i de metalurjia arman galpones i talleres de un porte que ni se pensaba ántes; aprovechan los sistemas de transporte mas perfectos, pues a menudo la competencia en los precios de venta es cuestion de centavos i el buen éxito depende del flete barato.

Hemos hablado de ingeniero civil e ingeniero de minas: pues esta es la division aceptada en Chile; pero el mismo resultado corresponde a cualquiera otra clasificacion. Es un hecho que las distintas atribuciones de la ingeniería van entrelazándose mas i mas una dentro de otra, a lo ménos en sus procedimientos i si hoy día los gobiernos hubieran de decretar una organizacion nueva, sin atenderse a consideraciones políticas i personales, tomarian sin duda otro rumbo. En 1794 se creó en Francia la Escuela Politécnica, con el objeto primitivo de reunir en ella todas las escuelas especiales. El proyecto fracasó i solo se consiguió concentrar la enseñanza teórica, conservando las escuelas de minas i de caminos con sus cursos de aplicacion i obligando a todos los aspirantes a la ingeniería a que pasen por la Escuela Politécnica. Se ve, pues, que desde el siglo próximo pasado, la preparacion científica es igual para todos los ingenieros. Si entonces no fué posible conseguir la reunion de todas las escuelas, ¿cómo se podría pensar en ello en 1894? ¿Qué gobierno se atreverá a quitar a una ciudad un establecimiento que la enriquece i la afama? ¿Qué ministro jubilará a unos veinte profesores distinguidos en todos los ramos, beneméritos i aficionados a su profesion? Pretenderlo seria negar el papel que desempeña la política en nuestra sociedad.

Es sumamente difícil pues, si no imposible, hacer caso omiso de lo que existe i no es un argumento decisivo el proclamar la division de las escuelas i de los programas europeos. Hai, además, pruebas directas: en ninguna de ellas se ha organizado una seccion especial de ferrocarriles i sin embargo no existe ni existirá quizá una industria que haya gastado tantos capitales i que emplee tantos ingenieros. Es que los caminos de fierro son relativamente nuevos i ya se notaba la unidad de la ingeniería cuando aparecieron. Mas aun, en 1865 los conservadores belgas establecen la escuela de Lovaina i en 1873, cuando ya se conocia el resultado práctico del nuevo sistema, los liberales fundan la de Bruselas, ámbas en plena libertad, sin tropezar con ningun antecedente: las dos son politécnicas. Sin duda los distinguidos sabios i estadistas que han combinado los nuevos programas, han consultado la organizacion de todos los establecimientos similares; los ingenieros i los industriales mas compe-

tentes han contribuido a la creacion con sus consejos al mismo tiempo que con sus erogaciones particulares; se ha pesado el pro i el contra, sin despreciar la mas mínima autoridad científica o técnica que podía ilustrar a los fundadores. El sistema politécnico es pues el resultado de las deliberaciones de los jefes conservadores i liberales, es decir, del pais entero, i es bien conocida la competencia industrial i técnica de la Béljica.

En ámbos establecimientos, los alumnos se matriculan en todos los ramos del curso jeneral i rinden exámen de ellos; ademas elijen una especialidad—minas, construcciones civiles o mecánicas, química, metalurjia—que importa mayor desarrollo de la clase que caracteriza la especialidad, proyectos mas numerosos i exámen mas severo sobre la materia. Así entendida, la especializacion conserva enteras las ventajas de la politécnica.

Lo que hemos establecido ántes contesta la objecion de que en cinco años es imposible enseñar todos los ramos de la minería i de las construcciones civiles. Si esto se practica en Europa, hemos de verificarlo en Chile con la misma, con mas facilidad quizá. Hemos dicho ántes que desde largo tiempo los estudios científicos o preparatorios a la injeniería son comunes i que, a pesar de haber conservado dos escuelas distintas, los programas van asemejándose cada vez mas. Agregaremos que la diferencia entre uno i otro es mucho menor de lo que aparece en la letra de los programas. Así, en la Escuela de Minas de Paris, donde se enseña la construccion de *canales i puertos*, no aparecen los *caminos ordinarios* ni la *arquitectura*, pero sí, los *puentes* i la *construccion jeneral*; no existe la asignatura de *mecánica aplicada*, mas sí la de *resistencia de materiales* i la de *máquinas*. ¿No son esos ramos unos hermanos de distintos apellidos? i escrutando mas el argumento ¿no se ve que la *metalurjia* le quita unas lecciones a la *tecnología* i a los *ferrocarriles* (fabricacion de rieles), la *esplotacion de minas* a los *túneles*, los *cimientos* a la *hidráulica*, la *resistencia de materiales* a la *construccion jeneral* i demas? Estos son los beneficios directos i palpables de un curso politécnico; hai otro no despreciable resultando de ser el auditorio mejor preparado i con nociones je-

nerales de todos los ramos de la industria, lo que dispensa las muchas i a veces largas digresiones. Siendo indecisos los deslindes de los ramos uno con otro, sucede a menudo que dos profesores tratan sobre el mismo tema, jeneralmente de distinta manera, lo que orijina una pérdida de tiempo i oscurece las ideas del alumno. Desaparecerán las materias repetidas, detallando los programas particulares i fijando la tarea de cada profesor.

Con esto i para que quede bien ordenado el tiempo, es indispensable fijar las horas de clase, consultando la estension de cada ramo. A este respecto, conviene observar que el profesor, aficionado a su profesion i a sus estudios, atribuye a su propia clase la mayor importancia i tiende a darle un desarrollo excesivo. Especialmente en los ramos de aplicacion, no pasa un año sin que el jenio industrial descubra algunos procedimientos, máquinas o aparatos nuevos, cuya descripcion i apreciacion alargarán indefinidamente el texto, si por otro lado no se hace una operacion compensadora, borrando los que caen en desuso i los de aplicacion dudosa en la República. Le cuesta al profesor callar una materia cuya preparacion ha necesitado largos estudios i condenar un procedimiento que ha preconizado, pues todos nos equivocamos a veces, *errare humanum est*; pero no debe vacilar; el interes de los alumnos exige el sacrificio. Mejor seria, sin duda, que el ingeniero conozca todo; mas «*le mieux est parfois l'ennemi du bien*» i el alumno tiene que atender a las demas asignaturas i dedicar unas horas semanales en consultar los autores.

Deslindada la materia, conviene tambien limitar el tiempo dedicado a la clase, lo que impone a los profesores un trabajo largo i serio en preparar sus lecciones. Fácil es al docente discurrir una hora i mas sobre temas que él posee por entrar en su clase; hacerlo con precision i concision es lo que se requiere i no se consigue sin preparacion detenida. Las horas que el profesor gasta en preparar su leccion, las ahorran los alumnos directamente o indirectamente: clase mas corta, esposicion clara i ordenada, atencion sostenida, son las ventajas que procura la preparacion. La enseñanza vale no por el número de horas que se le dediquen, sino por los temas que desarrolla i lo que de una obra escrita dice el ilustre autor de *L'Art poétique*:

*Qui ne sut se borner, ne sut jamais écrire*

bien puede aplicarse al cuerpo docente, modificando mas la letra que el sentido:

*Qui ne sait se borner, ne doit pas enseigner.*

Así entendida la tarea del cuerpo docente, el sueldo de los profesores nacionales no corresponde de ninguna manera con el trabajo que se les exige, ni tampoco con el prestigio de una profesion que, en todas las naciones cultas, se confía a los hombres mas distinguidos i se considera como el colmo de la carrera científica. Corresponde al Supremo Gobierno borrar esa anomalía irritante de tratar como funcion accesoria el hacer una clase en la Universidad.

Con lo dicho, queda establecido que es no solo posible, sino fácil, cumplir con el nuevo plan de estudios que impone a los alumnos, segun el horario provisoriamente acordado, tres horas diarias de clase i dos i media de ejercicios prácticos, término medio de los cinco años de curso. Les sobra pues tiempo, aun sin contar los días de asueto, para repasar sus apuntes i consultar los autores. La práctica no tardará en confirmarlo.

Hemos avanzado que un programa jeneral completo es ventajoso para los injenieros i el que mejor consulta las condiciones industriales de la República. Lo vamos a probar.

Con el sistema de especialización que tanto se preconiza, el injeniero tendrá que dedicarse a minas, a caminos, a arquitectura, a hidráulica, a mecánica, segun el ramo que habrá *especializado*, i no le será dado aprovechar la buena ocasion de conseguir un empleo bien rentado fuera de su especialidad. Al hacer eleccion de ésta, el jóven ha consultado, ántes que su propia aficion, la probabilidad de su colocacion, las relaciones de su familia, las protecciones con que cuenta, la demanda en el momento; mas trascurren dos o tres años i cuando llega el título, los protectores han desaparecido, la demanda es nula i entónces el diploma

de poco o de nada sirve: el ingeniero entra de dibujante en alguna oficina o de inspector en una empresa.

Nos sería fácil nombrar muchísimos entre nuestros antiguos alumnos que, no encontrando como colocarse en la industria que tenían especializada, han pasado a otra, merced a su diploma politécnico. La especialización requiere para su existencia como correctivo grandes administraciones: las minas, los ferrocarriles, el ejército, la arquitectura, cuyas plantas necesitan al año medio un número determinado de ingenieros. En Francia hasta se limitan las entradas conforme a esa estadística i, al recibirse en la escuela, el alumno tiene la seguridad de ocupar a su salida un puesto en la administración.

Estas son las condiciones de un país viejo, organizado desde lejos, muy poblado i de grandes industrias. ¿Está acaso Chile en esa categoría? Aquí no conviene concretarse a las minas o a caminos: todo queda por hacer i la actividad fiscal como la industrial es demasiado variable. Además el ingeniero chileno que se encontrare en los departamentos lejanos del sur o del norte, solo con sus conocimientos, sus apuntes i los pocos libros que habrá comprado, tendría que resolver con estos recursos propios todas las dificultades con que tropezare; mientras que en Europa el completo desarrollo de los caminos rieleros facilita al ingeniero el acudir a una biblioteca pública o a un compañero especialista para resolver cualquier problema dudoso. Que el ingeniero se prepare conforme a esta situación; hagamos *ingenieros de artes i manufacturas, de minas i civiles*. ¿No se titulan los médicos *doctores en medicina, en cirugía i en parto*? ¿Quién jamás ha protestado? ¿Quién ha propuesto en esta facultad la especialización? La *polyclínica* (no confundir con la *policlínica*) ha sido admitida desde las primeras facultades de medicina i así no ha tenido que trabar lucha con ninguna rutina. Lo que pasa con los médicos, lo proponemos con los ingenieros. Aquéllos, a pesar de haber cursado el mismo plan de estudios, se dedican después los unos a la cirugía, otros a la oculística, otros a las enfermedades de los niños o de las mujeres, i a las demás especialidades, según la clientela i las circunstancias. Esto pasa en las grandes capitales, que son a la medicina lo que son a la ingeniería los países viejos, organizados, con im-

portantes industrias. Pero los médicos que viven en las provincias cuidan a todos los enfermos, que son pocos aun. Lo mismo harán nuestros ingenieros: sin preocuparse demas del ramo que habrán especialmente preparado en las bancas de la escuela, con sus diplomas entrarán en la puerta que encontrarán abierta i que les presentará una carrera provechosa en la que se dedicarán con anhelo a la especialidad que la corresponde. Los que no pueden o no quieren servir al gobierno o a una Compañía, tendrán, como el médico de provincia, que encargarse de levantar el plano de una hacienda, de reconocer un mineral, de nivelar un canal de riego, de edificar una casa, de proyectar el abastecimiento de agua potable o de trazar un camino municipal, de calcular un puente o estudiar un ferrocarril por cuenta de una empresa particular, etc. La carrera del ingeniero es por demas incierta, i no se debe imponer al aspirante que elija una especialidad; ésta resultará mas tarde de las condiciones prácticas con que tropezaré al terminar sus estudios.

En los tres últimos años del curso de ingeniería, los alumnos dedican mucho tiempo a los ejercicios i trabajos prácticos, complemento necesario de una enseñanza técnica. No basta con hacer proyectos i viajes de estudio, sino que deben los aspirantes ejercitarse en hacer operaciones topográficas i astronómicas; en clavar o atornillar pilotes; en ensayar las cales, el cemento, las mezclas i hormigones, los ladrillos, las piedras, los metales, correas i demas materiales; en preparar i beneficiar los minerales; en comprobar los combustibles; en reconocer el terreno por sondeos i pozos; en entibar una zanja o un pique; en determinar la resistencia del terreno; en medir la fuerza de una máquina, armarla i desarmarla; en experimentar bóvedas i demas construcciones; en hacer el aforo de una corriente i comprobar por esperiencia los cálculos de la hidráulica; en verificar unas aplicaciones industriales de la electricidad, etc., etc. Todas estas operaciones reclaman imperiosamente un establecimiento propio, como ya lo poseen las otras escuelas de aplicacion: la escuela militar, la de marina, la de medicina, la de agricultura, la de artes i oficios, la de minería i otras. Solo la ingeniería no cuenta con este recurso indispensable i sin embargo sus alumnos son

los que, en pocos años mas, tomarán a su cargo las obras que importan los millones del presupuesto de Obras Públicas. Que lo sepa el supremo gobierno: miéntras no se organice un instituto especial con su taller de ensayos i de aplicaciones, nuestra enseñanza no producirá lo que de ella se puede i se debe esperar.

Ese establecimiento debería ser el único que otorgue el diploma de ingeniero *civil*, tomando el calificativo en su sentido propio i jeneral (1), i convendría borrar los ramos de enseñanza superior de los programas de unas escuelas que no tienen ese carácter. Asimismo sería provechoso suprimir las escuelas de mayordomos e inspectores, que tambien han poco a poco sobrepasado los límites asignados a sus cursos. Las necesidades actuales de la República se colmarán con el solo Instituto central, ahorrando un gasto importante que vendria a resarcir el de la nueva instalacion. De esta reforma resultará ademas, para las administraciones fiscales, un personal técnico mas uniforme en su preparacion científica i en sus procedimientos de profesion, lo que favorecerá i simplificará las relaciones administrativas. Con este objeto se admitirá una seccion de *conductores*, cuyo curso será de dos años, comprendiendo parte determinada del programa de los ingenieros i distinta, segun se tratare de obras públicas o de minas.

Los conductores o inspectores son en las faenas prácticas, lo que los sarjentos en una campaña: el ingeniero les confia la ejecucion de sus órdenes i de ellos, de su capacidad i honradez depende el éxito bueno o malo de la obra. La administracion pública, como la industria, necesita pues de agentes subalternos capaces i honrados, tanto como de ingenieros, i no se comprende una escuela de ingenieros sin otra de conductores. Reunidas o nó, ámbas han de adoptar un solo método, las mismas fórmulas, los mismos coeficientes, una sola nomenclatura, desde que los alumnos ingresarán a la misma administracion. Mas lójico parece agregar al Instituto de Ingenieros una seccion de *conductores*, *inspectores* o *mayordomos*, poco importa el nombre, que no

(1) La ingeniería se relaciona con obras *civiles*, que sean fiscales o nó, o con las obras militares, i de allí la division de *Ingenieros civiles* e *Ingenieros militares*, comprendiendo éstos los ingenieros de marina. Mui a menudo se entiende en un sentido mas restrictivo la apelacion de *Ingeniero civil*.

orijinará gasto ninguno al erario, utilizando los mismos profesores i el mismo material de enseñanza.

En caso de tropezar la reforma con una competencia de administracion, poco importa que dependa la escuela del Ministerio de Instrucción o del de Obras Públicas: uno i otro representan la nacion a quien beneficiará el nuevo establecimiento: conseguirlo es lo que importa.

Mas aun: los alumnos entran de bachilleres i dedican dos años a las matemáticas superiores cumpliendo, casi por completo, el programa que se suele imponer a la *licenciatura en ciencias físicas i matemáticas*. Los de entre ellos que quisieran dedicar un año mas a estudiar unos complementos de álgebra superior, de análisis i de mecánica racional, el cálculo de las probabilidades i la metodolojía en el Instituto Pedagógico, rendirian el examen de *licenciado en ciencias físicas i matemáticas*, para solicitar una cátedra de matemáticas en los liceos.

Entre el público corre la creencia de que cualquier jóven aficionado a matemáticas debe dedicarse a la ingeniería i los profesores, como los padres del alumno que en su colejio se lleva los premios de aritmética, álgebra i jeometría, le empujan hácia nuestra carrera, convencidos de que va a ser un ingeniero mui distinguido. Dura la ilusion lo que duran los cursos teóricos, rindiendo el aspirante mui buenos exámenes, hasta entrar en las clases de aplicacion, donde se nota su ineptitud para las ciencias de observacion. Sin duda el ingeniero ha de ser matemático; pero poco le servirá en la práctica la solucion de los problemas mas arduos si no sabe organizar una faena, distinguir los materiales buenos de los malos, proyectar una construccion elegante i económica, prever las dificultades con que puede tropezar la ejecucion i precaverse de ellas i de los atrasos que orijinan: ya no es dificultar lo que se ha previsto.

La ingeniería es a la vez una ciencia i un arte; impone a sus adeptos que sean sabios; pero el mas versado en matemáticas puede ser pésimo ingeniero, pues quiere resolver todo con ecuaciones. Nuestra profesion no puede conformarse con la rijidez del cálculo exacto; usa las fórmulas, pero con coeficientes de seguridad, cuyo valor, variable con las condiciones especiales de la

obra, resulta de la observacion propia i ajena, de las esperiencias, i de la sagacidad del ingeniero encargado de la direccion. No debe estrañarse, pues, que unos jóvenes, inducidos por una verdadera aficion a las matemáticas, se engañen en la carrera de ingeniería i reparen su error a los dos años del curso. Estos estudiantes cursarán el licenciado, dedicándose al profesorado con mejor éxito. A ellos se juntarán los matemáticos que no pueden, por motivos privados, emprender los estudios de cinco años.

Es difícil, si no imposible, enseñar, con la competencia i el éxito que hoy se requieren, la aritmética, el álgebra, la geometría, sin conocer las matemáticas superiores, i sería de desear que los profesores encargados de esa enseñanza en los liceos de la República sean todos *licenciados en matemáticas*. Dotados con esa educacion superior, muchos de ellos seguirán estudiando i contribuirán al desarrollo de las ciencias exactas para el bien i honor de Chile. Las industrias se hacen cada vez mas científicas, i las que se relacionan con la electricidad i la química necesitan de las matemáticas tanto como la construccion de máquinas.

No sería difícil encontrar, entre los muchos que posee el Gobierno en Santiago, un edificio adecuado donde implantar la escuela de ingeniería con sus laboratorios, talleres, museos, biblioteca, ahorrando así el gasto principal. Mas, aunque hubiera de edificarlo, no se puede vacilar cuando se trata de intereses vitales de la industria i de las obras públicas.

Debiendo la escuela formar ingenieros para las empresas particulares como para la administracion, no se puede limitar el número de las admisiones, como se practica en las escuelas militares i a veces en las escuelas de minas i de puentes i calzadas; pero conviene que por una lei, sea obligacion del Supremo Gobierno reclutar los ingenieros de ferrocarriles, de obras públicas, de minas, de colonizacion, de deslindes i demas administraciones fiscales, entre los que han cumplido las condiciones del reglamento i merecido su diploma.

Santiago, 27 de Abril de 1894.

L. COUSIN

